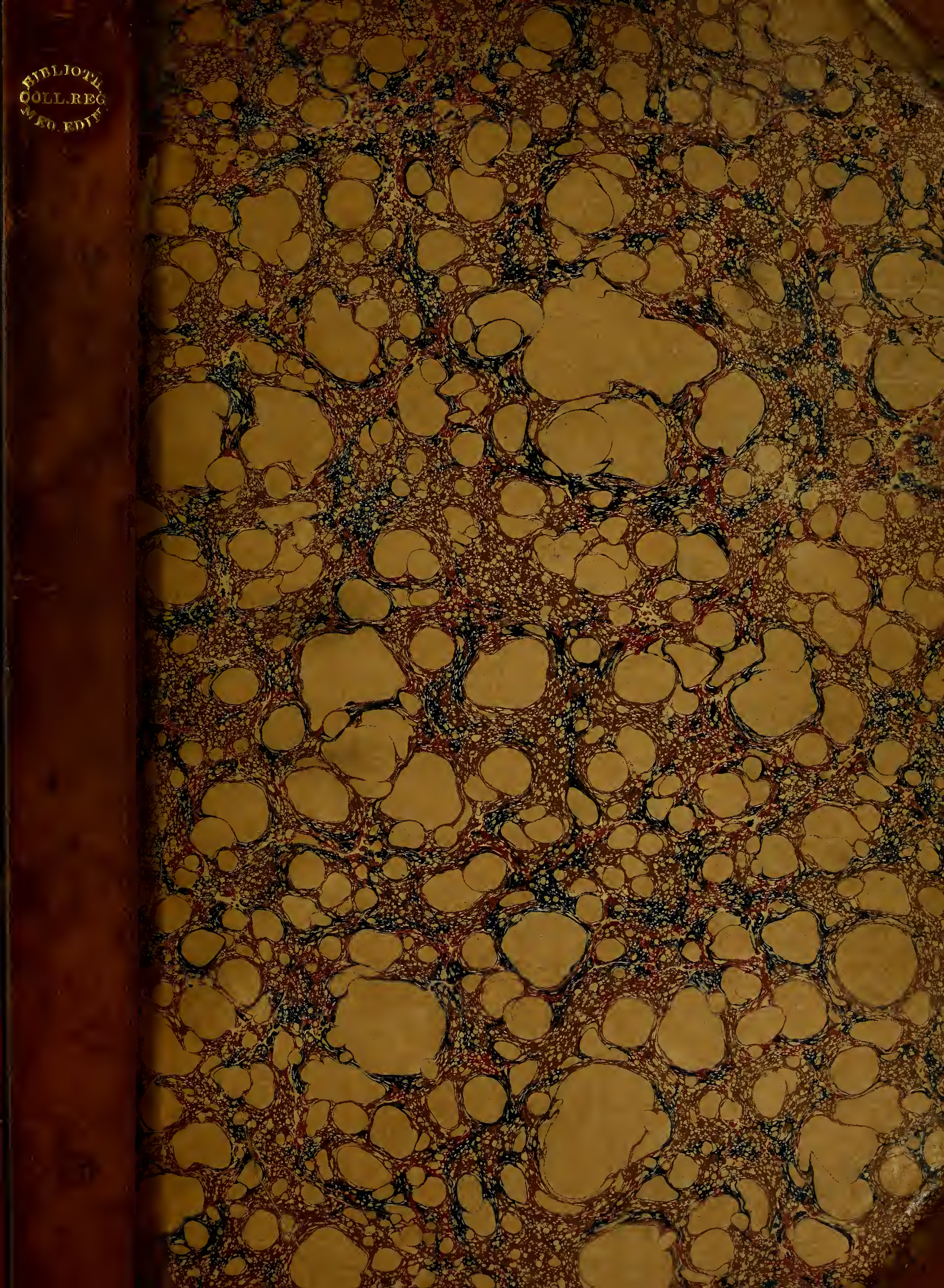

BIBLIOTH
COLL.REG
MED.EDIN









ZUR

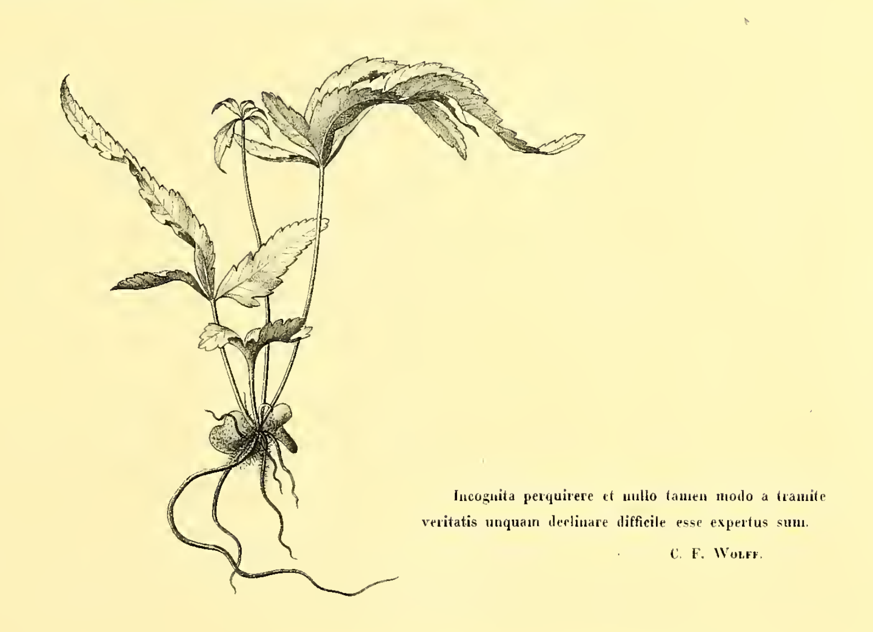
ENTWICKELUNGS - GESCHICHTE

DER

FARRNKRÄUTER

VON

J. GRAFEN LESZCZYC - SUMIŃSKI.



Incognita perquirere et nullo tamen modo a tramite veritatis unquam declinare difficile esse expertus sum.

C. F. Wolff.

MIT SECHS LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

BERLIN.

VERLAG DER DECKERSCHEN GEHEIMEN OBER - HOFBUCHDRUCKEREI.

1848.

SEINER MAJESTÄT DEM KÖNIGE

FRIEDRICH WILHELM IV.

WIDMET

IN TIEFSTER EHRFURCHT
UND AUS GANZ BESONDERER HOCHACHTUNG

DIESEN BEITRAG

ZUR

ENTWICKELUNGS - GESCHICHTE

DER FARRNKRÄUTER

DER VERFASSER.



Vorrede.

Der Aufsehwung, weleher die Naturwissensehaften in neuerer Zeit erfafst hat, seheint allmählig aueh die Botanik emporheben zu wollen; denn wenn man es nieht leugnen kann, dafs die jener verschwisterten Wissenschaften, insbesondere die Zoologie, den früher betretenen Weg der unmittelbaren oberfläehlichen Ansehauung, die Eintheilung nach blofsen äufserliehen Merkmalen verlassen haben; wenn man in dieser die Anatomie und Physiologie Gesetze geben und wiederum von ihr Vorsehriften empfangen, wenn man Physik und Chemie sieh eine auf den Flügeln der andern emporsehwingen sieht, so ist es in der That wunderbar, dafs eine Wissensehaft, die es doeh mit organisehen Wesen zu thun hat, wie die Botanik, so weit hinter den übrigen zurüekbleiben konnte, während die Physik ihre einzelnen Doetrinen gegen einander zu eruiren und sie zu einer einzigen zu gestalten sueht, während die Anatomie und Physiologie dureh das gesammte Thierreich als auf bekanntem Boden ihren Weg nehmen, die Zoologie sieh naeh der vergleiehenden Anatomie umsieht, und die Chemie mit allen Hand in Hand geht, kehrte sieh die Botanik bis in die neueren Zeiten mit wahrem Ernste nieht an eine von allen denen. Das träge Vorrüeken der letzteren in ihrer wissensehaftliehen Entwiekelung mag seine Erklärung nieht sowohl darin finden, dafs die Hülfsmittel und Wege, welche den übrigen Wissensehaften vorwärts geholfen haben, für diese unbrauehbar und in ihrer Anwendung unnütz wären, als vielmehr in einem Unstern, welcher gerade auf ihr ruhete.

In ihrem unschuldsvollen, ruhig-gemüthlichen Ausdrucke lockt die Blume des Feldes viele Betrachter und Bewunderer um sich her, welche für ihr poetisches Talent gerade hier offenes Feld zu gewinnen meinen, und so eine Menge von bilderreichen, herrlich zu hörenden Mährchen und Fabeln an einen Ort bringen, wohin sie durchaus nicht gehören. Die poetische Betrachtung kann zur Natur nicht führen, weil sie sich ein Mal über diese emporschwingt und eigenmächtig die vorhandenen Lücken ausfüllt, und das andere Mal, weil sie sich selbst eine Gränze steckt, über die hinauszugehen sie als unpoetisch verwirft.

Von nicht minder grofsem Nachtheile für unsere Wissenschaft war aber sowohl ihre Anwendung auf naturphilosophische Speculationen, als auch der Umstand, dafs man es für überflüssig erachtete, über die Nomenclatur und Systematik hinauszugehen.

Auf einen Ausspruch des Aristoteles »es sei der Endzweck der Pflanze, Saamen zu erzeugen« gestützt, beruhen alle diejenigen Eintheilungen, die nicht gerade nach den allerrohesten Äufserlichkeiten genommen waren, wie z. B. die in Bäume, Sträucher, Kräuter u. s. w. überhaupt, oder doch im Wesentlichen, auf dem Vorhandensein, der Beschaffenheit oder dem Fehlen der Geschlechtsapparate.

Die Farrnkräuter gehören nach jenen Eintheilungen zu den cryptogamischen Gewächsen.

Wenngleich die Berücksichtigung des Geschlechtsapparates bei der Systematik der Pflanzen manche augenscheinlichen Vortheile und Bequemlichkeiten darbietet, so scheint es doch immer mehr und mehr hervorzutreten, dafs ein Haupt-Eintheilungsgrund darin nicht mehr zu suchen sei, denn schon die Entdeckung der Antheridien bei den Charen, Laub- und Lebermoosen, so wie auch bei den Farrn, mufste auf die Unhaltbarkeit von Cryptogamen hindeuten. Überhaupt dürfte eine Eintheilung, in der man auf diejenigen Dinge fufst, die man nicht kennt, gewagt erscheinen, wenngleich es nicht zu leugnen ist, dafs das Durchgreifen eines natürlichen Prinzips hierin noch ziemlich fern liegt.

Die Ansicht, welche schon der berühmte Berliner C. Fr. Wolff[1]), der Schöpfer der deutschen Physiologie, für seine Zeit freilich zu früh, aussprach, das Wesen der Pflanze sei in der Art, wie diese nach allgemeinen Naturgesetzen entstünde und sich fortbildete, zu suchen, hat jetzt allgemeinen Anklang gefunden; denn die Entwickelungsgeschichte ist der von Robert Brown wieder aufgegriffene Faden, an dem fortgehend die Wissenschaft sich aus dem Irrgarten der künstlichen Systematik herausfinden wird, wie dies unter dem segensreichen Wirken der neueren Zeit bei dem Einflusse von Männern wie Brongiart, Link, Mohl, Meien, Schwan, Schleiden, Unger, Endlicher und anderer rühmlichst bekannter bereits begonnen hat.

Was endlich die nachstehenden Beobachtungen betrifft, so habe ich die hauptsächlichsten Präparate in frischem Zustande den Herren Geheimen-Medizinal-Rath Professor Dr. Link und Professor Ehrenberg, ebenso dem Herrn Dr. J. Münter vorgezeigt. Dem Letzteren habe ich meinen Dank für seine Mittheilungen aus jenen in der Gesellschaft naturforschender Freunde hierselbst[2]), und dem Herrn Professor Ehrenberg für diejenigen[3]), welche er an der hiesigen Akademie der Wissenschaften gemacht hat, hiermit abzustatten. Aufser den Zeichnungen wurden den Mitgliedern der letztgenannten zugleich die wichtigsten Präparate vorgelegt.

Für die Beschaffung der ersten Keimlinge, wie für die ausgezeichnet gelungener Blattdurchschnitte, bin ich dem Herrn Dr. Oschatz verpflichtet. Da jene jedoch einem früheren, hier nicht durchgeführten Plane angehörten, so konnten sie bis auf einen[4]) in Nachstehendem keine Anwendung finden. Die zu den vorliegenden Untersuchungen angewandten Keimlinge der verschiedensten Species sind mir in grofser Auswahl durch die Sorgfalt der

---

[1]) Theoria generationis. Expositio et ratio instituti §§. 5 — 9.

[2]) Vortrag des Dr. J. Münter vom 21. December 1847.

[3]) Herr Professor Ehrenberg machte diese Mittheilung am 3. Januar 1848 in der Sitzung der physikalischen Klasse. Siehe Monatsbericht.

[4]) Taf. 1. Fig. 4. bis Fig. 6.

hiesigen Kunstgärtner Herren Sauer und Reinicke zugegangen. was ebenfalls dankender Erwähnung verdient.

In der Anordnung der Arbeit selbst bin ich ganz dem Gange der Natur gefolgt, so dafs die besondere Angabe des Inhaltes durch die Überschreibung der Paragraphen entbehrlich wird.

Schliefslich habe ich nur noch den Wunsch auszusprechen, in dieser vorliegenden kleinen Schrift, deren Abfassung für mich gerade in eine sehr beschränkte Zeit fällt, etwaige Unebenheiten im Ausdrucke mit Nachsicht aufnehmen zu wollen, da ich mehr um Klarheit und Unverfälschtheit der Sache als um Schönheit in der Darstellung bemüht war.

Berlin, im Januar 1848.

Der Verfasser.

Einleitung.

Die Farrngewächse haben zu ihrem Hauptsitze die schönsten Gegenden der Erde, den Tropengürtel, gewählt, und verhältnifsmäfsig nur wenige und kleinere Arten von ihnen verirren sich über die Gränzen der warmen Zone hinaus in die gemäfsigte oder gar in die kalte. Denn wer sollte es ahnen, dafs ein Pflänzchen von Daumenslänge, welches bequem in einem Weinglase Platz finden könnte, irgendwo Verwandte aufzuweisen hätte, die den riesigsten Bäumen seiner Gegend nichts nachgeben, die ihres eigenen Vaterlandes Hauptzierde, diesem einen Eindruck verleihen, der in keinem andern Lande seines Gleichen findet. Wer sollte glauben, dafs es seinen Stammbaum hinaufführte bis auf Geschlechter in früheren Schöpfungen, die in ihrer kolossalen Gröfse Zeugnifs ablegen von der ungetheilten Kraft, mit der die ersten Vegetationen auf unserem Weltkörper hervorbrachen.

Dieses Pflanzengeschlecht hat sich bisher in einem der wichtigsten Punkte, in seinem Geschlechtsapparate, so tief im Dunkeln verborgen gehalten, dafs es erst den neuesten Zeiten aufbehalten war, jenes Geheimnifs zu durchdringen.

Als eine Hauptschwierigkeit mag wohl den früheren Beobachtern bei ihren Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Farrn einerseits die aufserordentliche Kleinheit der Geschlechtsapparate, so wie andererseits der ungewöhnliche Weg, welchen die Entwickelung dieser Pflanzen nimmt, entgegen getreten sein. Hierzu kam noch ein neues Hindernifs, dafs man die Fortpflanzungsorgane da und unter denselben Verhältnissen suchte, wo man sie bei den Phanerogamen fand. Um aber hier über den Zusammenhang ins Klare zu kommen, ist es nöthig, die Entwickelung des Farrngewächses von der Keimung der Spore bis zum ersten Auftreten der Pflanze selbst zu verfolgen.



Bau der Spore von Pteris serrulata.

Zu den Untersuchungen über den Bau der Spore sowohl als auch für alle folgenden eignet sich vor allen Pteris serrulata, und zwar deshalb, weil es als häufiges Unkraut in jedem Treibhause zu haben ist, und aufserdem die Erscheinungen besonders deutlich zeigt. Übrigens wird durch die Kleinheit der Spore deren Untersuchung bedeutend erschwert.

Sobald in der am Farrnwedel zu findenden Sporenfrucht, Taf. I. Fig. 1., die Fortpflanzungszellen (Sporen), Taf. I. Fig. 1. a. a. a., zur Reife gekommen sind und ihre Mutterzellen resorbirt haben, dringen sie durch eine bei Pteris serrulata schon vorgebildete Stelle, Taf. I. Fig. 1. b. c., hervor, um sich nun selbsständig zu entwickeln. In ihrer äufseren Form erscheint die Spore, Taf. I. Fig. 2. und 3., als eine dreikantige, auf einer halbkugelig abgerundeten Basis ruhende, sehr flach gedrückte Pyramide. An der Verbindungsstelle werden diese beiden Formtheile von einem rundlich erhabenen Gürtel, Taf. I. Fig. 6., umsäumt, der, wie der Durchschnitt, Taf. I. Fig. 4. a. und Fig. 5. a., zeigt, hohl ist. Unter einer Pyramidenecke erscheint in diesem eine deutliche Öffnung, Taf. I. Fig. 5. b., die, nur auf dem Durchschnitte erkennbar, später einer näheren Betrachtung unterworfen werden soll. Eine derbe hellgraubraune Haut mit eigenthümlichen Configurationen bildet die äufsere Hülle der Spore. Die letzteren scheinen weder unausgebildete Zellchen noch Niederschläge amorpher Massen, sondern vielmehr Verdickungen der Oberhaut zu sein. Letztere Behauptung gewinnt besonders durch die Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure, Taf. I. Fig. 7., an Wahrscheinlichkeit. An ihren Kanten zeigt die Pyramide deutliche Leisten, Taf. I. Fig. 3.

Dicht unter der Oberhaut findet sich eine zarte, durchsichtige, jener so innig anliegende Zelle, dafs die eben genannten Kantenleisten auch in ihr vorhanden sind. Erkennbar werden sie jedoch erst, wenn man, nach Hugo v. Mohls Vorgange [1]), die Oberhaut zerstört. Die Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure gewährt bei diesen Betrachtungen mancherlei Vortheile. Einmal wird durch sie die Oberhaut fast ganz entfärbt, so dafs nur eine blafsgelbe Färbung zurückbleibt, dann schwellen die Configurationen so an, dafs sie nicht mehr, wie vorher, durch ihre scharfen Zeichnungen das Hineinblicken in die Spore stören, auch verschwindet der Gürtel ganz, Taf. I. Fig. 7. Das nunmehr dem Auge frei zugängliche Innere der Spore zeigt, in einen öligen Schleim eingebettet, gewöhnlich drei Kerne, Taf. I. Fig. 7. a., deren gröfster in der Regel an der Pyramidenspitze sichtbar und mit einem deutlichen Kernkörperchen versehen ist. Die beiden kleineren habe ich meistens an den Leisten beobachtet.

[1]) Vergleiche dessen vermischte Schriften botanischen Inhalts. Tübingen, 1846. 4. pag. 69.

Keimung der Spore.

Nur langsam wird bei der Aussaat der Spore die schlummernde Lebenskraft durch Einwirkung der Feuchtigkeit, der Wärme, des Lichtes und anderer der Lebensthätigkeit günstigen Umstände geweckt. Die erste bemerkbare Veränderung der keimenden Spore giebt sich durch ein Abrunden aller hervorragenden Kanten kund. Sodann dringt durch die oben erwähnte Öffnung der Oberhaut eine schlauchartige Wurzelfaser, Taf. I. Fig. 8. a. Fig. 9. a. Fig. 10. a., hervor, welche der Spore zur ersten Befestigung an den ernährenden Boden dient; sie zeigt einen schleimigen feingekörnten Inhalt. Durch sie wird der Spore die erste Nahrung zugeführt, welche den Inhalt derselben zur Umwandlung seiner Substanz bedingt; somit wird in diesem die erste organische Veränderung bemerkbar. Ein grünlicher Anflug der früher durchsichtigen graubraunen Spore verräth die erste Bildung des Blattgrüns. Das immer intensiver auftretende Grün zieht sich gewöhnlich in eine verhältnifsmäfsig grofse Kugel, Taf. 1. Fig. 10., zusammen, oder es zertheilt sich in mehrere kleinere, Taf. I. Fig. 9.

Zuweilen erscheint die Wurzelfaser schon früh gegliedert, Taf. I. Fig. 13. a., da sich an der Spitze confervenartig neue Zellen bilden. Sobald sie eine ziemliche Länge erreicht hat, folgt ihr in der Entwickelung die zur Bildung der neuen Pflanze bestimmte innere Sporenzelle, Taf. I. Fig. 12. b. 13. b. 14. b. 15. b. Oft indessen geschieht dies schon bei geringer Gröfse der andern; denn durch allmählige Anhäufung der aufgesogenen Nahrung wird jene in dem Maafse ausgedehnt, dafs die nur wenig elastische Aufsenhaut dem Drucke nicht länger widerstehen kann, und an der Wurzelfaser unregelmäfsig zerreifst, Taf. I. Fig. 11. Jetzt zeigt sich die Wurzelfaser als Ausstülpung der Tochterzelle, von dieser durch eine Scheidewand getrennt, Taf. I. Fig. 13. und 15.

Das Entstehen der Wurzelfaser glaube ich so erklären zu können, dafs die innere Sporenzelle gerade an der Austrittstelle jener durch die oben angegebene Öffnung der Oberhaut hindurch leichter zur Lebensthätigkeit angeregt wird, als die den äufseren Einflüssen weniger zugänglichen Theile. Es verlängert sich nun die innere Sporenzelle zu einem walzenförmigen Schlauche, Taf. I. Fig. 16. b. 17. b. 18. b. 19, b., und nimmt, dem Lichte zugewendet, eine der Wurzelfaser entgegengesetzte Richtung an. Sobald sie etwa die doppelte Länge der Spore erreicht hat, dringt der aus kleineren oder gröfseren durchsichtigen, wasserhell bis blafsgelb erscheinenden Kügelchen und formlosem Chlorophyll bestehende sichtbare Inhalt in der Zelle vor und sammelt sich an der Spitze, Taf. I. Fig. 16. 17. 19. Wenngleich die doppelten Conturen gedachter Kügelchen ihnen den Anschein von jungen Zellen geben könnten, so geht doch aus der Behandlung mit Jod und mit Alkohol das Gegentheil hervor. Denn während an ihnen das erstere der beiden Reagentien keinen besonderen Unterschied in der Färbung einer Membran vom Inhalte zeigt, so fliefsen auf den Zutritt des letzteren die an einander liegenden in eine Kugel zusammen. Die weitere Erklärung über das Wesen dieser Kügelchen mufs ferneren Beobachtungen überlassen bleiben.

Wird der einzellige Keimling im Wasser zwischen zwei Glasplatten beobachtet, und werden die nach und nach in seinem Zelleninhalte stattfindenden Veränderungen verfolgt, so ergiebt sich, dafs die Sporenzelle schon am dritten Tage durch die ihr schädlichen Einwirkungen des Wassers getödtet wird. Der Tod beginnt damit, dafs sich eine innere Membran (der Primordialschlauch Hugo's v. Mohl) von der keimenden Zelle, und zwar zuerst an der freien Spitze ablöst, Taf. I. Fig. 20. Diese zieht sich dann ungefähr bis auf die Mitte derselben zusammen, und erlangt durch schnelle Ausdehnung ihre ursprüngliche Lage wieder, Taf. I. Fig. 21. Hierbei findet eine Veränderung des Zelleninhaltes statt. Nach einem Stillstande von wenigen Sekunden löst sie sich von den sie umgebenden Zellwänden, und zwar wiederum zuerst an der Spitze, sodann im ganzen

übrigen Umfange, und umschliefst als freier Schlauch, Taf. I. Fig. 22., jetzt den gesammten Zellen-Inhalt; so bleibt sie noch lange Zeit in der unveränderten Sporenzelle, bis diese endlich zusammenschrumpft und die Zerstörung des Keimlings vollendet ist.

Dieser Vorgang liefert einen Beweis, dafs die Spore der Anlage nach aus drei Membranen besteht, der äufseren derben Oberhaut, der mittleren zarten Sporenzelle und jener eben beschriebenen innersten Membran, nach meinen Beobachtungen der Tochterzelle der letzteren, Hugo's v. Mohl Primordialschlauch.

Fortbildung der keimenden Sporenzelle.

An der freien Spitze der Sporenzelle entsteht eine lebhafte Vegetation, es bilden sich neue Zellen, anfangs hintereinander, Taf. I. Fig. 18. 23. 24., später in centrifugaler Richtung, Taf. I. Fig. 25. Die ersten von ihnen zeigen niemals Zellenkerne. Indem sich in jeder neu entstandenen Zelle neue Zellen erzeugen und sich in einer Ebene ausbreiten, entsteht bald eine den äufseren Umrissen nach keulenförmige Fläche, Taf. I. Fig. 25. Einige Zellen dieses Gebildes verlängern sich nach unten in Haftfasern, Taf. I. Fig. 23. b. 25. b. 26. b. Die Bildung neuer Zellen, die bis jetzt am ganzen Rande des werdenden Blättchens stattfand, wendet sich mehr und mehr den Seiten zu, es bilden sich seitlich von der Mittellinie zwei Lappen, Taf. I. Fig. 26. c. d., welche an dem der Spitze entgegengesetzten Ende durch einen tiefen Einschnitt (Bucht), Taf. I. Fig. 26. e., getrennt werden. Die Fläche nimmt so eine herzförmige Gestalt an, Taf. I. Fig. 26., Taf. II. Fig. 1., und wird jetzt Vorkeim, Proembryo, Prothallium genannt.

Das Fortwachsen des Vorkeims macht die Existenz der Sporenzelle überflüssig, diese, wenigstens theilweise, noch immer mit ihrer braunen Oberhaut bedeckt, stirbt ab, und die Vegetation geht nun immer mehr nach vorn.

Vorkeim.

Bei Pteris serrulata hat der Vorkeim die oben beschriebene zweilappige Gestalt, Taf. II. Fig. 1. Die Lappen erscheinen bald kürzer, bald länger; ebenso bildet die Bucht bald einen tieferen, bald einen flacheren Ausschnitt. Die Zellen sind von ziemlich regelmäfsiger parenchymatischer Gestalt, breiten sich nur in einer Fläche aus, und niemals finden sich mehrere Zellschichten übereinander. Viele von ihnen bergen deutliche Zellkerne; besonders tritt dies jedesmal da hervor, wo die Zellen am lebhaftesten vegetiren. Gleich unter der Bucht stellen die dort sehr klein gebliebenen Zellen etwa die Mitte des Vorkeims dar, denn von hier nehmen sie gleichmäfsig an Gröfse zu, und die gröfsten finden sich am Grunde des Blattes. Die eben erwähnte Mitte wird aufserdem noch durch eine hügelartige Erhebung bezeichnet; ein Umstand, welcher bei einer späteren Betrachtung wieder in Anregung kommen wird.

Nirgends findet man schöner ausgebildete Chlorophyllbläschen als im Vorkeime. Einzeln sind sie linsenförmig, rund oder oval, zeigen oft doppelte Contouren und drei bis sechs deutliche, scharf

umgränzte Kügelchen in ihrem Innern. Häufig füllen sich die Zellen so dicht, dafs sie sich gegenseitig parenchymatisch abplatten. In der gröfsten Anzahl finden sie sich in der Mitte und in den oberen Lappentheilen. Nach dem Grunde des Vorkeims zu nimmt das Blattgrün immer mehr ab, bis es sich in den dort langgestreckten Zellen fast verliert. Feine Verlängerungen dieser letzteren bilden hier haarartige Wurzelfasern oft in so grofser Menge, dafs sie filzartig zusammenstehen. Diese bleiben immer durchsichtig hellbraun, und sind nur bei ihrer Entstehung mit etwas Blattgrün gefärbt. Ihre Zahl variirt.

Die Zellenbildung geht hier meistens am Rande und zwar in der Art von Statten, dafs sich in einer Mutterzelle zwei oder mehrere Tochterzellen bilden, die in ihrem Wachsthum das schon vorher aufgelöste Chlorophyll verdrängen, bis sie endlich mit ihren Wänden aneinander stofsen.[1])

Der ausgewachsene Vorkeim der verschiedenen Familien, Gattungen und Arten bietet, der äufseren Form nach, wenig Unterschiede dar. Die Abweichungen beruhen meist auf der tieferen oder flacheren Ausbuchtung, auf dem Vorhandensein von Härchen und auf einer mehr oder minder angedeuteten Mittelrippe. Bei Pteris sulcata z. B. fand ich an der Mittelrippe nicht nur eine doppelte Lage von Zellen, sondern sogar nahe am Randausschnitte zwei bis drei Spiralfaser-Zellen. Polypodium aureum, Polypodium subincisum, Aspidium Serra und andere zeigen auf ihrem Vorkeim ungegliederte Härchen, welche bei Pteris serrulata und einigen andern fehlen.

Geschlechtsapparat der Farrn.

Im Jahre 1846 machte Herr Nägeli[2]) die interessante Entdeckung, dafs der Vorkeim der Farrn Analoga von den Antheridien der Moose, Lebermoose und Charen zeige. Der genannte Beobachter hat diese Antheridien oder Spiralfaden-Organe zwar genau und ausführlich beschrieben, da ihm aber ein falsches Prinzip bei seinen Untersuchungen vorleuchtete, so sah er eine Verschiedenheit in den Entwickelungsstufen, wo sie in den Organen selbst lag; denn sowohl ihrem anatomischen Baue als auch ihrer physiologischen Bedeutung nach, zerfallen jene in zwei durchaus von einander gesonderte Gruppen.

Schon in der frühesten Jugend des Vorkeims findet man an dessen unterer Fläche, seltener an seinen Rändern, eigenthümliche drüsenartige, über die Oberfläche kugelig hervorragende Zellen. Im reiferen Alter werden sie zahlreicher und nehmen besonders am Grunde zwischen den Wurzelfasern ihren Sitz, Taf. II. Fig. 1. b. b. Einige Species, und unter ihnen besonders Pteris serrulata, zeichnen sich durch die grofse Anzahl derselben aus. Ihre Entstehung verdanken diese Organe einer sackartigen Verlängerung einzelner Vorkeimszellen, so dafs kugelige Erhebungen auf der Fläche jenes erscheinen, Taf. II. Fig. 3. a. Anfangs enthält jede derselben Chlorophyll; allmählig aber bildet sich in ihr eine freie Zelle, Taf. II. Fig. 3. b., deren Inhalt, Taf. II. Fig. 4. c., ein homogener Schleim, wasserhelle Kügelchen oder deutliche, mit Kernkörperchen versehene Kerne zeigt. Sobald diese Zelle im Wachsthum so weit vorgerückt ist, dafs sie die Wände der ursprünglichen Ausstülpung ausfüllt, schliefst sie sich gegen die Vorkeimszelle ab, Taf. II. Fig. 7. b. Hiermit ist die Selbstständigkeit des

---

[1]) Namentlich schön bei Polypodium subincisum an der Bucht zu sehen.

[2]) Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik von M. J. Schleiden und Carl Nägeli, Zürich 1844. I. Bd. 1. Heft p. 168.

Organs erreicht. Oftmals bildet sich hierbei zwischen ihr und jener noch eine dritte, welche durch die beiden plattgedrückt, der letztgebildeten zum Träger dient, Taf. II. Fig. 9. d. Fig. 11. d. Oft schon früh treten in ihrem Inhalte neue, mit einer körnigen Masse gefüllte, kleine Zellchen auf, Taf. II. Fig. 5. e. bis Fig. 13. e. Fig. 15. e. und Fig. 16. e., die, bei unbestimmter Anzahl, zuweilen in sehr regelmäfsiger Anordnung erscheinen, Taf. II. Fig. 7. e. Fig. 8. e. Sie werden immer deutlicher, und füllen im reifen Zustande meistentheils die Mutterzelle so an, dafs diese einem mit runden Körnern straff angefüllten Säckchen gleicht, Taf. II. Fig. 9. e. Fig. 10. e. So nehmen sie durch den gegenseitigen Druck ein parenchymatisches Aussehen an, Taf. II. Fig. 16. e. Wenn ein solches Organ seine gehörige Reife erlangt hat, so zerplatzt es freiwillig[1]) an der Spitze, Taf. II. Fig. 11., und entleert in unbestimmter Anzahl kleine runde, in Schleim eingehüllte Zellchen, Taf. II. Fig. 11. e. In einzelnen Fällen habe ich ein durch die ganze entleerte Masse gleichmäfsig verbreitetes, rythmisches Zucken beobachtet. Gewöhnlich bald nach ihrem Hervortritt zeigen die Zellchen eine Bewegung um ihre Achse, jedes derselben entwickelt einen spiraligen Faden, Taf. II. Fig. 17. bis Fig. 21., der meistens an seinem hinteren Ende mit dem zarten Zellchen in Verbindung bleibt, Taf. II. Fig. 17. und 19., und sich in lebhafter Drehung um seine Achse fortbewegt.

Da Herr Nägeli die verschiedenartigsten Bewegungen dieser Spiralfäden vortrefflich beschrieben[2]), so scheint es mir unnöthig, diesen Gegenstand hier noch einmal zu erörtern. Nur mufs ich bemerken, dafs ich an dem keulenförmig angeschwollenen, Taf. II. Fig. 17. a. bis Fig. 21. a., vorderen Ende des Spiralfadens bewegliche zarte Wimpern[3]), Taf. II. Fig. 17. d.d. Fig. 19. d.d. Fig. 20. d.d. Fig. 21. d.d., von ziemlicher Länge gefunden habe, die jedoch in ihrer ganzen Deutlichkeit nur bei der schärfsten Kerzenbeleuchtung wahrzunehmen sind. Am sichersten lassen sie sich beobachten, wenn die schnelle Drehung des Spiralfadens nachläfst. Es erscheinen alsdann gegen sechs solcher zarten Wimpern an demselben, welche allmählig nach dem Aufhören der Spiralfaden-Bewegung auch ihre Bewegung verlieren und jenen entweder starr umgeben, oder ihm theilweise so anliegen, dafs ihre Wahrnehmung fast unmöglich wird. Die Bewegung der Wimpern dauert länger als die des Fadens und wiederholt sich nicht selten auf kurze Zeit zum zweiten Mal. Weder in der vollen Bewegung noch nach deren Aufhören kann die Form des Spiralfadens deutlich erkannt werden, weil im ersteren Falle durch das fortwährende Wechseln der Windungen und die Bewegung der Wimpern, im letzteren durch das Aufhören der Drehung die Form des Spiralfadens geändert wird, indem sich dieser, unregelmäfsig gekrümmt, zusammenzieht. Es ist daher nöthig, einen Moment aufzusuchen, wo der Spiralfaden bei der gehörigen Reife in seinem Zellchen verbleibt, und auf einer freien Stelle des Objectträgers sich befindet.[4]) Alsdann zeigt er entweder zwei bis drei Windungen, oder erscheint mit dem angeschwollenen Ende wandständig in einen Halbkreis gewunden, Taf. II. Fig. 18. a. b. Wimpern aber sind noch

---

[1]) Dafs diese Organe freiwillig aufplatzen, läfst sich an jedem nicht zu jungen Vorkeime daraus ersehen, dafs sich dort schon entleerte oft in sehr grofser Anzahl vorfinden. Eine bräunliche Färbung und eine an der Spitze vorhandene unregelmäfsig zerrissene Oeffnung, Taf. II. Fig. 1. c. c. Fig. 14., sind aufser der Leere ihre charakteristischen Merkmale. Diese sind mit den noch gefüllten, bräunlich gefärbten nicht zu verwechseln.

[2]) Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik von Schleiden und Nägeli, Zürich 1844, I. Bd. 1. Heft p. 176.

[3]) Thuret hat an den Spiralfäden der Charen gleichfalls zwei zarte, bewegliche Wimpern gefunden. Ann. d. scienc. nat. T. XIV. Août 1840. Botanique pag. 65.

[4]) Oftmals lösen sich vom Vorkeim einzelne Spiralfaden-Organe durch Zufall ab, die dann zerplatzen und sich in diesem Zustande ganz besonders zu der obigen Untersuchung eignen.

nicht an ihm erkennbar. Diese Lage giebt oft ein sehr scharfes Bild. Man bemerkt bei ihr deutlich, dafs der Spiralfaden in der oben erwähnten keulenförmigen Anschwellung an seinem vorderen Ende ein längliches Bläschen einschliefst, Taf. II. Fig. 18. e. Das dicke Ende läuft alsdann allmählig in ein fadenförmiges Schwänzchen aus, welches an seiner Spitze ein sehr schwach angeschwollenes Knöpfchen trägt, Taf. II. Fig. 17. b. bis Fig. 21. b.

Aufser den so eben beschriebenen Spiralfaden-Organen befinden sich an der unteren Seite des Vorkeims, nahe am Randausschnitt, auf dem in der Mitte des Blattes liegenden, oben erwähnten Hügel[1]), Taf. II. Fig. 1., andere, gröfsere, nicht minder wichtige Gebilde, Taf. II. Fig. 1. d. d. Diese sind hohle eiförmige Körper, und bestehen aus einem Häufchen von zehn bis zwölf Zellen, da die ersteren selten mehr als eine zeigen. Ihre Zahl ist sehr unbestimmt, denn es sind oft nur drei auf einem Vorkeim, während auf einem andern derselben Species acht und darüber erscheinen. Aufser dem oben angegebenen Grunde weichen diese von den früheren sowohl ihrer Entstehung, als ihrem Baue nach durchaus ab. Dafs sie aber nicht ausgebildete Spiralfaden-Organe seien, wird aus ihrer Entwickelungsgeschichte erhellen. Bei der Entstehung eines solchen Organs verdickt sich die Zellenschicht durch Bildung neuer Zellen. Es wird hierbei ein kugelartiger, grofser Interzellularraum[2]), Taf. III. Fig. 1. b. Fig. 2. b., mit einer nach aufsen zu verjüngten Öffnung gebildet, Taf. III. Fig. 1. c. Fig. 2. c. Die letztere ist meist sechseckig und wird zunächst von grünen, gewöhnlich viereckigen Zellen umgeben. Die entfernteren gröfseren enthalten weniger Chlorophyll. Es erheben sich über den Rändern dieser kraterförmigen Öffnung vier ziemlich grofse, nur mit einer klaren Flüssigkeit und oft mit Zellkernen versehene, in einen Kreis gestellte Zellen, Taf. III. Fig. 3. a. a. a. a.; diese lassen bald einen engeren, bald einen weiteren quadratischen Interzellularraum zwischen sich, Taf. III. Fig. 3. d. Über jeder von ihnen entstehen in der Regel noch drei vertical über einander, so dafs sich jener viereckige Raum jetzt zu einem Kanale, Taf. III. Fig. 8. D. D., verlängert, der in das Innere des Organs führt. Die Zellen an der Spitze legen sich gewöhnlich gegen einander, und schliefsen so die Öffnung. Taf. III. Fig. 4. f. Fig. 5. f. Fig. 6. f. Das frühe Entstehen des Kanals macht die Erscheinung der noch unbedeckten Höhlung selten.

Diese anatomisch von einander so abweichenden Gebilde, die bisher als Antheridien in verschiedenen Entwickelungsstufen angesehen worden sind, nehmen auch physiologisch eine verschiedene Bedeutung an.

Durch anhaltende Beobachtungen ist es mir gelungen, in denselben einen Geschlechtsapparat der bis jetzt für cryptogamisch gehaltenen Farrn zu entdecken. In den oben beschriebenen hohlen, eiförmigen, auf der Mitte des Vorkeims sich vorfindenden Organen, habe ich den weiblichen Geschlechtsapparat erkannt; ein Umstand, welcher nach seiner Feststellung den spiralfaden-erzeugenden Organen die Bedeutung des männlichen Geschlechtsapparates vindicirt. Jenes, welches eine Saamenknospe ohne Hülle, also ein blofser Knospenkern (nucleus nudus) ist, Taf. III. Fig. 4. — 8., zerfällt in zwei Theile, einen aus dem Vorkeime hervorragenden gröfseren, höheren, Taf. III. Fig. 8. B. B., die Kernwarze (mamilla nuclei), und in einen kleineren, im Vorkeime verborgenen, Taf. III. Fig. 8. A. A., die Keimsackhöhle (antrum nuclei). Am ersteren ist wiederum zu unterscheiden: eine an der Spitze befindliche Öffnung, Taf. III. Fig. 8. f., Kernwarzenmund (ossiculum mamillae nuclei), und dessen in die

---

[1]) Siehe Seite 9.

[2]) Herr Nägeli hat diese Höhlung, die den wichtigsten Theil des Organs ausmacht, gänzlich übersehen.

Keimsackhöhle führende Verlängerung, Taf. III. Fig. 8. D. D., der Kernwarzenkanal (canalis mamillae nuclei seu nuclei). Die Öffnung des letzteren ist nach dem Grunde des Vorkeims hin gerichtet.

Vor der Bildung der Kernwarze entsteht am Grunde der Keimsackhöhle eine kleine durchsichtige Zelle, der Keimsack, Taf. III. Fig. 1. a. Fig. 2. a. Dieser sitzt hier auf einer bestimmten Stelle, als seinem Träger, knopfartig auf. Schon in derselben Periode finden sich in der Keimsackhöhle zwei bis fünf, ja oft noch mehr freie, niemals in Zellen gehüllte Spiralfäden, Taf. III. Fig. 1. Aus den geplatzten Spiralfaden-Organen nämlich bewegen sich zu dieser Zeit die Spiralfäden mit Hülfe ihrer Wimpern zu den Keimsackhöhlen hin, und dringen in dieselben ein. Bei dieser Wanderung werden sie von dem zugleich mit ihnen entleerten Schleim und der auf der unteren Seite des Vorkeims stets vorhandenen Feuchtigkeit unterstützt. Das Erkennen der Spiralfäden in der Höhle erfordert einiges Vertrautsein mit ihren Formen und verschiedenen Lagen. Die in dieser Zeit noch sehr weite Öffnung der Höhle (das Organ überragt mit seinen Rändern noch kaum die Fläche des Blattes) erleichtert ihren Eintritt. In dieser Periode der Befruchtung gelingt es zuweilen, dafs man rings um die Keimsackhöhlen in grofser Menge todte Spiralfäden erblickt; sie erscheinen dann bald S- bald kreisförmig, bald in eine Spirale gewunden. Diese Erscheinung habe ich jedoch nur selten beobachtet. Während der Keimsack wächst, und so die Spiralfäden verdrängt, bildet sich auf die oben angegebene Weise der Kernwarzenkanal, der einen, Taf. III. Fig. 4. C. Fig. 5. C., oder zwei, Taf. III. Fig. 6. C., selten mehrere von ihnen aufnimmt, die übrigen gehen in der Keimsackhöhle zu Grunde. Von ihrem Eintritte in jene an zeigen sie bei zunehmendem Wachsthume ein deutliches Anschwellen, das besonders bei den später vom Kanale aufgenommenen hervortritt, Taf. III. Fig. 4. C. Inzwischen hat der mit Blastem gefüllte Keimsack in seinem Innern ein aus mehreren Zellen bestehendes Parenchym (Endosperm) gebildet, Taf. III. Fig. 4. a., erscheint grün, und ist im Wachsthum so weit vorgeschritten, dafs er die Keimsackhöhle fast ganz ausfüllt. Einer der Spiralfäden dringt mit einem Ende, Taf. III. Fig. 4. C. i. Fig. 5. C. i. Fig. 6. C. i., an der vom Kanal aus zugänglichen Stelle in den Keimsack. Das eindringende Ende ist dasjenige, an dem die geringere Anschwellung liegt, die zugleich einen grünlichen Anflug zeigt; das gröfsere keulenförmige, granulöse Ende, Taf. III. Fig. 5. C. g., ragt in den Kernwarzenkanal hinein; dies birgt gewöhnlich ein kleines birnförmiges Zellchen, Taf. III. Fig. 5. C. k. Auch hier stellt sich der Betrachtung ein nicht unerheblicher Übelstand in den Weg; die zarte fadenartige Verbindung, Taf. III. Fig. 5. C. h., der beiden Spiralfadenenden nämlich wird gewöhnlich durch den Druck des Deckgläschens auf dem Objectträger zerrissen, und man erblickt so nur noch die getrennten Enden, das eine im Kanal, das andere in der Keimsackhöhle, ohne allen Zusammenhang. Sobald die erste Anschwellung die Mitte des Keimsackes erreicht hat, schnürt sie sich von dem Spiralfaden ab, Taf. III. Fig. 7. C. i., und bildet jetzt im Keimsacke ein abgeschlossenes Kügelchen, das Keimbläschen. Das andere in den Kanal hineinragende Ende, Taf. III. Fig. 7. C. g., stirbt ab. Diese Erscheinung ist mit der eben angegebenen gewaltsamen Zerreifsung des Spiralfadens nicht zu verwechseln. Durch die Vereinigung des Keimbläschens und des Keimsackes entsteht das Embryokügelchen, Taf. III. Fig. 7., welches nur unten durch einen sehr zarten fadenartigen Embryoträger an der Basis der Keimsackhöhle angewachsen ist. Mit dem Fortwachsen des Embryokügelchens stirbt die farblose Kernwarze ab, vertrocknet, und es färbt sich besonders der Kanal braun, Taf. III. Fig. 7. In dieser Gestalt bleibt sie noch lange an der sich nun erweiternden Keimsackhöhle. Gewöhnlich bildet nur eine von den vielen auf dem Vorkeime sich erzeugenden nackten Saamenknospen ihren Embryo aus. Dies darf uns nicht wunderbar erscheinen, da es an ähnlichen Beispielen in der Pflanzenwelt nicht fehlt, wie von den ursprünglich angelegten dreien Fächern vieler Palmen sich gesetzlich nur Eines ausbildet. Ein beson-

derer Grund möchte hier in der Kleinheit des Vorkeims zu suchen sein, der mehreren Embryonen nicht hinreichende Nahrung gewähren würde. Mit der Fortentwickelung des einen Embryo sterben die andern, der Anlage nach vorhandenen Saamenknospen ab. Bei diesen öffnet sich dann der Kernwarzenmund, Taf. III. Fig. 8. f., und läfst die abgestorbenen Spiralfäden mit dem übrigen Inhalte heraustreten. Sodann zeigen der Kanal und besonders die Keimsackhöhle eine braune Färbung, Taf. III. Fig. 8. A. A. D. D. In diesem Zustande ist die letztere am deutlichsten zu erkennen. Bei den vegetirenden Saamenknospen dagegen kann dieser Theil nur durch sorgfältiges Herauspräpariren des einzelnen Organs beobachtet werden. [1]) Denn während ihn einerseits die noch aufrecht stehende Kernwarze verdeckt, wird seine Erkennung andererseits durch Fehlen einer eigenthümlichen Färbung oder sonst sich auszeichnender Umrisse unmöglich gemacht. Von allen Species, die ich untersucht habe, eignet sich zu diesem Zwecke, aufser Pteris serrulata, am meisten Polypodium aureum. Die Befruchtung bei allen Familien, Gattungen und Arten folgt genau dem oben beschriebenen Typus; ausnahmsweise findet sich besonders am Rande des Vorkeims selbst in seiner jüngsten Entwickelungsstufe ein etwas von der oben beschriebenen Bildung abweichendes Spiralfaden-Organ, indem solches sein einzelliges Aussehen verliert. Es bilden sich nämlich fünf bis sechs wandständige Zellen, die in ihrer Mitte einen mit den Spiralfaden-Zellen angefüllten oder hohlen Raum umschliefsen, Taf. II. Fig. 15. Man mufs diese Gebilde für Monstrositäten der Spiralfaden-Organe halten, da sie nur krankhafter Weise und an Individuen vorkommen, die niemals einen Embryo erzeugen. Solch ein unfruchtbarer Vorkeim vergeht entweder schon bald nach seinem Entstehen, oder erscheint, in eine saftige Wucherung übergehend, weit gröfser als der normale. In diesem Zustande wird er marchantiaähnlich, und erzeugt gewöhnlich eine grofse Menge abortiver Saamenknospen. [2])

Der Embryo, die Keimpflanze.

Vor der Vollendung des kugelförmigen Embryo läfst sich deutlich das Keimbläschen, Taf. III. Fig. 9. a., von dem dasselbe umgebenden Keimsacke, Taf. III. Fig. 9. b., unterscheiden. Im Fortschreiten der Vegetation, welche besonders lebhaft im ersteren von Statten geht, läfst sich ein Zeitpunkt auffinden, in welchem die Hülle des Keimbläschens nicht mehr zu erkennen ist. Bis dahin zeigt von den beiden concentrischen Kugeln die äufsere eine dunkler grüne Färbung als die innere, eine Erscheinung, welche mit dem Verschwinden der Zwischenwand mehr und mehr verlischt. Die Zellenbildung in dem so entstandenen Embryo geht aus der früher centralen in eine bipolare über, wodurch jener eine elliptische Form, Taf. IV. Fig. 1. A. A., annimmt. Die Keimsackhöhle ist inzwischen in ihrem Wachsthum so weit vorgeschritten, dafs sie im Vorkeim eine bedeutende Geschwulst erzeugt, Taf. III.

[1]) Der so sorgfältige Beobachter Nägeli hätte durch dieses Mittel gewifs ihre Entdeckung gemacht. Ich habe diese Operation immer so vollzogen, dafs ich den Vorkeim auf dem Objectträger gegen das Licht hielt, die Saamenknospen, welche heller erscheinen als alle übrigen Theile im Vorkeim, auch als die Spiralfaden-Organe, unter einer sehr scharfen Loupe aufsuchte, und zwischen ihnen den Vorkeim mit einer scharfen Staarnadel zerschnitt. Ein leichter Druck des Deckgläschens zeigte alsdann die isolirten Organe mit ihrer Höhle und dem darin enthaltenen Keimsacke.

[2]) Schon Kaulfufs hat an diesen Gebilden die Unfähigkeit, eine neue Pflanze zu erzeugen, erkannt. Das Wesen der Farrnkräuter, Leipzig 1847, 4. pag. 64.

Fig. 12. c., wodurch nicht selten eine von den benachbarten verkümmerten Saamenknospen emporgehoben wird. Sie besteht indessen immer nur aus einer Schicht fast farbloser, durch die geringere Gröfse von denen des Vorkeims unterschiedener Zellen.

Im Grunde dieser blasenartig angeschwollenen Höhle sitzt auf seinem Träger der immer länglicher werdende Embryo, Taf. IV. Fig. 1. A. A., dessen Längsdurchmesser gegen den Kernwarzenkanal senkrecht liegt (Embryo heterotropus L. C. Richard); der eine Pol enthält die Anlage zum Stengel (Knospe), Taf. IV. Fig. 1. a., der andere die zur Wurzel [1]), Taf. IV. Fig. 1. b. Im Übrigen ist die Lage des Keimpflänzchens auf dem Vorkeime parallel der Mittelrippe, das Stengelchen ist der Bucht, der Wurzelpol dem Grunde zugekehrt. In dem oben erwähnten Längsdurchmesser liegt zugleich die Achse des Pflänzchens. Der Zellenbildungsprozefs geht jetzt an der Stengelspitze in der Art von Statten, dafs die Vegetation sich in zwei Theile theilt, in eine schwächere, unbegränzt fortwachsende (Stengel) und eine mächtigere, in ihrem Wachsthum begränzte (Blättchen). Auf der oberen Embryoseite wird so ein der Bucht des Vorkeims zugewendeter Trieb gebildet. Dieser ist die Anlage zu dem ersten rundlichen Blättchen (Cotyledo), Taf. IV. Fig. 2. a. Auf dieser Stufe der Ausbildung ist der Embryo dem nackten Saamen der höheren Pflanzen nicht unähnlich. Durch sehr schnelle Vegetation, da wo das Blattscheibchen dem Stengel aufsitzt, entsteht ein Stiel für dieses, der es in seinem Wachsthum so vor sich hertreibt, dafs es bald mit seiner Spitze aus der Keimsackhöhle hervorbricht, Taf. IV. Fig. 3. a. Fig. 5. a. Die erst erwähnte Stengelanlage tritt in ihrem Wachsthum jetzt so gegen den sich mächtig entwickelnden Blattstiel zurück, dafs jener sie in seiner Zellenschicht fast ganz begräbt. Auf der unteren Seite des Blattstiels nämlich läuft von dem Blättchen aus eine nur schwach angedeutete und deshalb sich leicht der Wahrnehmung entziehende Furche, Taf. IV. Fig. 9. o. p., die nahe am Anheftungspunkte aufhört, um dem Stengel an einer kleinen Stelle Platz zu machen. Taf. IV. Fig. 9. i. Ein Hügelchen von sehr kleinen, grüngefärbten, zarten Cambialzellen erscheint jetzt als der ganze Überrest jener Stengelanlage, welche die Bedeutung einer Terminalknospe hat. [2])

Eine ganz dem Vorigen ähnliche Erscheinung tritt bei der Wurzelbildung ein. Die der Anlage nach vorhandene halbkugelige Stammwurzel-Anlage des Embryo bleibt ebenfalls in der Entwickelung zurück, und bildet sich bei den Farrn niemals aus, so dafs die Trennung der Achse in die entgegengesetzten Pole, Achse und Wurzel, hier fehlt. Es entsteht dafür, dem Blättchen analog, auf der oberen Embryoseite durch Zellenerzeugung ein Nebenwürzelchen, dessen freies Ende ziemlich aufrecht in Gestalt eines konischen, abgerundeten Wärzchens aus dem Vorkeime hervorragt, Taf. IV. Fig. 5. b. Die Bedeutung der Stengelanlage ist hierbei so gering, dafs das Würzelchen in seiner Richtungsveränderung unmittelbar aus dem Blattstiel zu entstehen scheint, Taf. IV. Fig. 7. a. b.

Bei seiner Entstehung läfst das junge Pflanzengebilde wenig Anderes als ein einfaches parenchymatisches Zellgewebe erkennen, mit der Bildung des ersten Blättchens aber tritt die Andeutung eines centralen, simultanen Gefäfsbündels auf. Es zeigen sich nämlich an der Längsachse des Pflänzchens zartwandige, sehr schmale, langgestreckte, in ein Bündel gestellte Prosenchymzellen. So gleicht in seiner ersten Anlage das Gefäfs dem der Moose. Bald nach dem Auftreten dieser Erscheinung zeigen sich zwischen jenen die ersten, einem zusammengezogenen Blutegel nicht unähnlichen Spiralfaserzellen, an der Stelle, wo der Embryo am Träger sitzt, Taf. IV. Fig. 4. f. Fig. 5. f. Fig. 7. f.

---

[1]) Mehr als Stammwurzel-Anlage in diesem Pole zu suchen, scheint mir gewagt, da sich bei den Farrn keine Stammwurzel ausbildet.

[2]) Diese Knospe zeigt Polypodium aureum am besten.

Dies sind die Vorboten der Spiralgefäfse, von denen weiter unten gehandelt wird. Die Erkennung der letzterwähnten Organe ist nicht ohne einige Schwierigkeit; am leichtesten wird sie bei der Zertrümmerung des Pflänzchens durch das Deckgläschen erreicht.

Nachdem der Embryo in seinem Fortschreiten die Keimsackhöhle ausgefüllt hat, durchbricht er ihre, durch das Absterben der Zellen bräunlich gefärbten zarten Wände zuerst mit dem Blättchen, darauf mit dem Würzelchen, so dafs er später nur noch an einzelnen Stellen lappenartig von den Überbleibseln jener bedeckt erscheint, Taf. IV. Fig. 7. e. e. Fig. 10. e. e. Genau läfst sich die Durchbruchszeit nicht bestimmen, indessen finden sich nicht selten schon ziemlich weit entwickelte Individuen noch von der Höhle umschlossen. Bis dahin ist die Kernwarze mit ihrem dunkler markirten Kanale immer noch entweder mitten auf der Höhle, Taf. IV. Fig. 4. d. Fig. 5. d. Fig. 7. d., oder seitlich verschoben zu erkennen, Taf. IV. Fig. 2. d. Fig. 3. d.

Weitere Entwickelung der jungen Pflanze.

Die Blattscheibe wächst auf ihren beiden Flächen nicht gleich. Der im Wachsthum zurückbleibende Stengel hemmt nämlich die Zellenbildung auf der inneren, ihm zugewandten Blattseite, somit bilden sich auf der äufseren die Zellen schneller aus, und das Blatt rollt sich hakenförmig nach innen, Taf. IV. Fig. 5. Fig. 7. Der Stiel nimmt an dieser Stellung Antheil, und so erscheint das Blättchen bald nach seinem Durchbruche schneckenförmig gewunden, Taf. IV. Fig. 10. Die Blattspitze ist hierbei auf die Rinne des Blattstiels, also zum Vorkeim hingebogen[1]), und zwar so, dafs im weiteren Vorschreiten die Blattspitze, durch die Bucht des Vorkeims wachsend, über dessen obere Fläche zu seinem Grunde hinsieht. Die Blattscheibe ist erst rundlich, Taf. IV. Fig. 6. f., und enthält in ihrer Mitte, als Anlage eines Gefäfssystems, mehrere Reihen viereckiger länglicher Zellen, Taf. IV. Fig. 6. f. Von diesen aus gehen strahlenförmig, dem Rande des Blattes zu, die übrigen Zellen. welche immer eine einfache, sehr klare Schicht bilden. Später werden diese beiden Zellenarten durch eine dritte fünf- oder sechseckige parenchymatische, Taf. IV. Fig. 11., getrennt. Sodann wird die Vegetation diffus, und vertheilt sich sehr regelmäfsig gewöhnlich auf vier Punkte, so dafs das Blatt zu dieser Zeit eben so viele Lappen bekommt[2]), deren jeder einen Gefäfszweig erhält, Taf. IV. Fig. 11.

Schon in der frühesten Zeit ist die junge Pflanze mit einer Oberhaut bedeckt; in derselben finden sich bald auf der Oberfläche des Blättchens Spaltöffnungen, (ich habe 50 bis 70 bei ihrem ersten Auftreten gezählt), deren Entstehungsstelle sich durch Anhäufung von Chlorophyllkügelchen in einer länglich-runden Zelle ankündigt, die zwei längliche Tochterzellen (Porenzellen) erzeugt. Diese resorbiren die erstere und weichen so an ihrer Berührungsstelle auseinander, dafs sie nur mit ihren Enden zusammenstofsen und, einzeln nierenförmig erscheinend, eine Längsspalte bilden.

Die Blattscheibe nimmt nach dem Stengel hin immer mehr an Dicke zu, bis sie endlich in einen rundlichen Stiel übergeht. Beide sind auf der Oberfläche schon bald nach der Entstehung mit

---

[1]) Die Behauptung von Herrn Kaulfufs, dafs gerade bei Pteris serrulata jene Aufrollung nicht stattfinde, kann ich nicht bestätigen, da ich sie stets gefunden habe; bemerken mufs ich nur, dafs zu dieser Beobachtung gerade eine bestimmte Zeit nicht verfehlt werden darf, da später jene Erscheinung verschwindet. l. c. pag. 66.

[2]) Dies ist der Fall bei Pteris serrulata, bei andern erscheinen nur drei.

kleinen cylindrischen, gegliederten, an der Spitze keulenförmigen Härchen besetzt, Taf. IV. Fig. 5. e. Fig. 7. e. Fig. 10. e. Diese strotzen von heller Flüssigkeit und sind als unmittelbare Fortsetzungen des Zellengewebes, auf dem sie ruhen, zu betrachten.

Das walzenrunde Würzelchen erscheint hellbräunlich, und zeigt nur an der Spitze eine grünliche Färbung, Taf. IV. Fig. 10. b.b., bald sendet es ungegliederte Wurzelfasern, Taf. IV. Fig. 10. q.q., aus, die ihrer grofsen Anzahl wegen ein filzartiges Ansehen annehmen. Letztere sind farblos und enthalten oft, besonders an ihrem freien Ende, einen körnigen Schleim. Das oben erwähnte Grün der Wurzelspitze verdichtet sich dem Ende zu allmählig, bis es plötzlich abbrechend, einer glashellen Zellenschicht Platz macht, Taf. IV. Fig. 8. n. Fig. 10. n., welche als die eigentliche Cambiumschicht der Wurzel zu betrachten ist, da sich aus ihr die sämmtlichen Zellen jener bilden.

So wenig in dieser, als in der darüber liegenden grünen Schicht, ist der grofsen Zartheit der Zellenwände wegen, eine deutliche Structur zu erkennen. Die folgenden Zellen indessen zeigen bei pflasterähnlicher Anordnung meistens im Kreise stehende, wasserhelle Kügelchen, Taf. IV. Fig. 8., aber keine deutlichen Kerne. Diese erscheinen erst deutlich in denen dem Stengel näherliegenden langgestreckteren Zellen. In den letzteren befinden sich unregelmäfsig zerstreute kleine, gelbliche Kügelchen, welche als verblafste Überreste von Chlorophyllbläschen zu betrachten sind. Die Wurzelspitze wird von einer, aus ungefähr zehn bis funfzehn ungetrübten, durchsichtigen [1]), ellipsoidischen Zellen bestehenden Haube umhüllt, Taf. IV. Fig. 7. k. Fig. 8. k.k.k. Fig. 10. k.k.k. Dafs diese letzteren der Überrest einer Rindenschicht seien, wage ich nicht zu behaupten, da ich bei den hervorbrechenden Würzelchen nichts davon bemerkt habe. Meine Beobachtungen führen mich zu der Ansicht, dafs diese Zellen schon bei dem Entstehen der Wurzel aus dem Cambium ausgeschieden werden. Aufser der angegebenen Unverletztheit der ursprünglichen ellipsoidischen Gestalt scheint mir obige Behauptung noch durch Folgendes unterstützt zu werden: erstens, dafs sie locker in ihrer ersten Form, ohne sich gegenseitig abzuplatten, dem Würzelchen aufliegen; zweitens, dafs sie oft bei vorgeschrittenem Wachsthum der Wurzel noch lebhaft vegetiren; drittens, dafs sie nachweislich erst später absterben.

Schon oben ist die Gefäfsbildung des Pflänzchens bis zur Entstehung der ersten Spiralfaserzellen verfolgt worden. Diese bilden sich am angegebenen Orte, vom Mittelpunkte ausgehend, zuerst als erweiterte walzenrunde Zellen, Taf. VI. Fig. 10., mit deutlich abrollbarer, ununterbrochener Spirale. Sie legen sich senkrecht mit ihren schiefabgeschnittenen Enden über einander, Taf. VI. Fig. 12., worauf ihre Scheidewände resorbirt werden. So entstehen lange, durch die ganze Pflanze laufende Röhren, die sich in der Terminalknospe der Wurzel und im Blättchen allmählig in Prosenchymzellen verlaufen, Taf. IV. Fig. 10. f.f.f. Durch den gegenseitigen Druck verlieren sie bald ihre ursprüngliche walzenrunde Form, Taf. VI. Fig. 11., und bilden Treppengänge. Das Gefäfsbündel, welches bei seiner ersten Entstehung nur sehr wenig Mark einschliefst, wird von einer Rinde aus dichtem parenchymatischem Gewebe umgeben. Letzteres zeigt in der Mitte des Pflänzchens langgestreckte, wenig Chlorophyll enthaltende, nach dem Blättchen und der Wurzelspitze zu kleiner werdende Zellen. Die äufseren Rindenzellen zeigen dickere Zellenwandungen als die inneren. Das die Hauptmasse des Pflänzchens bildende Gewebe wird von der Oberhaut bedeckt.

Die bis dahin vollendete Pflanze bleibt noch lange durch den jetzt sehr breit gewordenen Embryoträger mit dem Vorkeim in Verbindung, Taf. IV. Fig. 7. Fig. 10. Taf. VI. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

---

[1]) Selten fand ich eine oder mehrere von ihnen grünlich gefärbt.

Fig. 8. und die Titelvignette. Dieser scheint hier die Stelle des phanerogamen Albumens zu vertreten, denn der Embryo wächst so lange auf dessen Kosten, bis durch das Eindringen der ersten Nebenwurzeln in den Boden die Pflanze ihre Selbstständigkeit erreicht hat. Jener wird so allmählig mit seinem Zelleninhalte des schönen, saftigen, grünen Ansehens beraubt, und hängt im welken, zuletzt todten Zustande, noch lange an der aufsprieſsenden Pflanze, Titelvignette.

Sobald das erste Blättchen eine bestimmte Gröſse erreicht hat, geht der lebhafteste Zellenbildungsprozeſs auf die andere Seite der Stengelspitze über (der Stengel selbst wird bei der fortschreitenden Entwickelung mit dem Zellgewebe des Parenchyms fortgeführt, so daſs die Terminalknospe jetzt höher liegt, als zuvor). Indem sich nun an der oben bezeichneten Stelle neue Zellen entwickeln, zeigt die Terminalknospe eine seitliche Aufwulstung, Taf. V. Fig. 1. A., durch welche jene eine Zeit lang verdeckt wird. Die neu entstandene Zellgewebsmasse nimmt bald eine Richtung nach oben, und es erscheinen auf ihrem äuſsersten Rande viereckige, flache, im Halbkreise aufrecht neben einander stehende hellgrüne Zellen, Taf. V. Fig. 2. i., welche mit der breiten Seite dem Blattstiel zugewandt sind, eine Erscheinung, die in ihrem ersten Verlaufe mit der Bildung des menschlichen Nagels viel Ähnlichkeit zeigt. Indem sich so die Spitze des neu entstehenden zweiten Blättchens fortentwickelt. Taf. V. Fig. 3. i. Fig. 4. i. Fig. 5. i. Fig. 6. i., bleibt die Terminalknospe, das eigentliche Achsenende der Pflanze, zwischen dem Blattstiele des ersten Blättchens und dem zweiten wiederum als eine kleine Anschwellung zurück, Taf. V. Fig. 2. k. Fig. 3. k., und kommt überhaupt niemals zur weiteren Entwickelung.

Die oben beschriebenen Härchen finden sich auch auf dem Neugebilde des zweiten Blättchens: sie dienen hier, indem sie sich dachartig über jenes wölben, Taf. V. Fig. 2. e.e. Fig. 3. e.e., zum Schutze.

Beim Vorrücken des Blättchens entsteht allmählig der zweite Blattstiel, welcher eben so wie jenes, eine unmittelbare seitliche Verlängerung der Achse auf dieser Seite ist, Taf. V. Fig. 7. m.n. Fig. 8. m.n. Fig. 9. m.n. Aus dem, bei der Bildung des ersten Blättchens auseinandergesetzten Grunde bleibt die, der Terminalknospe zugewandte Seite des zweiten Blättchens im Wachsthum zurück, und dieses biegt sich über jene hakenförmig, Taf. V. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9., ganz analog dem ersten, hin, und wickelt sich, so wie der Blattstiel länger wird, spiralig in sich selbst zusammen, Taf. VI. Fig. 1. Mit der Einrollung dieses Blattes hält die Entfaltung des ersten gleichen Schritt. Übrigens gleicht dies zweite Blättchen dem ersten, nur entfaltet es sich nicht wie jenes in vier, sondern in drei Lappen. Die Eigenthümlichkeit auch unter diesem zweiten, wie unter jedem folgenden Blättchen, eine besondere Nebenwurzel bilden zu können, Taf. V. Fig. 5. l. Taf. VI. Fig. 1. l., ist den Farrn eigen. Da indessen jenes Würzelchen von dem beim ersten Blättchen beschriebenen durchaus keine morphologisch anatomischen Unterschiede darbietet, so wird seine Entwickelung hier übergangen. Die später gebildeten Würzelchen bleiben für die ganze Dauer der Pflanze Luftwurzeln, und unterscheiden sich so von den ersten, unterirdischen.

Bei der Gefäſsbildung in diesem Blättchen, die sonst von der ersteren in Zeit und Entstehungsweise durchaus nicht abweicht, läſst sich das Vorhandensein einer Pflanzenachse schon sicherer nachweisen. Gewöhnlich trennt sich das Gefäſsbündel des Stengels erst in der Nähe der Terminalknospe in zwei Gefäſse, deren eines ins Blatt, das andere in die Knospe geht, Taf. VI. Fig. 3., ein Umstand, der zu der Annahme verleiten könnte, als sende der Blattstiel ein Gefäſs in jene. Nicht selten aber beobachtet man die Gefäſstheilung schon an der Stelle, wo im Embryo die Gefäſse entstehen, also da, wo dieser am Träger sitzt, Taf. VI. Fig. 4., so daſs die Achse ein selbstständiges Gefäſsbündel hat.

Taf. VI. Fig. 4. d., welches vom Mittelpunkte bis zur Terminalknospe läuft, wogegen der Blattstiel nur einen Zweig desselben bekommt, Taf. VI. Fig. 4. b. Da dieser letztere sich aber in der Regel bei Weitem mehr ausbildet, als das im Wachsthum zurückbleibende Stengelgefäfs, so führt er leicht das andere mit sich fort und beide erscheinen als ein Gefäfs. Ebenso erhält auch das erste Nebenwürzelchen nur einen Zweig des Achsengefäfses, so dafs Wurzel und Blattgefäfs, von einer Stelle ausgehend, einen der Achse abgewandten Bogen bilden, Taf. VI. Fig. 1. f.f. Auch auf der andern Seite der Achse bildet das zweite Blättchen mit seiner Nebenwurzel einen Bogen, Taf. VI. Fig. 1. f'.f'. u. s. w. So läfst sich also die Achse in der Spirale, in der sich die Blätter ansetzen, verfolgen. Sowohl die Gefäfse der Achse als die der übrigen Appendicularorgane verlängern sich, und wachsen dadurch, dafs an ihrem Gipfel im Cambium sich fortwährend zunächst Prosenchym- sodann Spiralfaserzellen bilden. Taf. VI. Fig. 3. d. e. Fig. 4. d. e. Von diesen verlieren die vorgerückteren unteren ihre ursprüngliche walzenrunde Gestalt durch den gegenseitigen Druck, und werden fünf- oder sechseckig, darauf resorbiren sie in ihrer senkrechten Stellung übereinander ihre Endscheidewände und bilden so wahre Spiralgefäfse. An der durch das Wachsen des zweiten Blättchens wiederum mit emporgehobenen Terminalknospe entwickelt sich jetzt eine schon früher bemerkbare Aufwulstung zum dritten Blättchen, Taf. VI. Fig. 1. p. Die Stellung derselben ist so, dafs eine Linie, welche von ihr über den Entwickelungspunkt des zweiten zu dem des ersten Blättchens gezogen wird, den Anfang einer Spirale zeigt, deren Windungen mit der ferneren Blattentwickelung an Zahl zunehmen. Das dritte Blättchen entsteht so wie die folgenden, Taf. VI. Fig. 2., analog den vorigen beiden. Übrigens aber verändern die Blätter im zunehmenden Wachsthum ihre regelmäfsige gelappte Gestalt. Die ersten von ihnen sterben schon bei einer geringen Gröfse ab, Taf. VI. Fig. 2. a b. i., und erst die folgenden geben der Pflanze das Ansehen der Art. Das Absterben beginnt an der Spitze und geht bis zum Stengel; in diesem todten Zustande bleibt das Blatt noch lange an der Pflanze. Die ersten Blätter bleiben sehr klein, und erst die späteren entwickeln sich zu einem gröfseren Umfange.

Die Internodien sind Anfangs von so geringem Durchmesser, dafs dieser als Basis für die künftige Pflanze nicht ausreichen würde. Mit dem Heranwachsen des letzteren aber nehmen sie bedeutend an Umfang zu, und dies geschieht so lange, bis dieser die für die ganze Dauer der Pflanze bestimmte Gröfse erreicht. Dasselbe Gesetz dehnt sich auch auf das Blättchen aus; es hört nämlich dort die Bildung der Zellen auf, wenn die Schicht derselben hinreicht, um durch ihre Ausdehnung jener seine bestimmte Gröfse zu geben. Letztere hängt aber von der Lebensperiode, in der die Pflanze steht, ab. Gegen das vierte Blättchen hin werden die oft erwähnten Härchen zusammengesetzter, Taf. VI. Fig. 9., indem an ihrer Basis sich mehr Zellen erzeugen, deren einige bräunlich gefärbt sind; so bilden sie den Übergang zu den späteren Schuppen der Pflanze.

Indem ich hier den Faden abbreche, so mache ich auf die Fortführung desselben durch den Herrn Dr. Herrmann Karsten, welche in den Verhandlungen der hiesigen Akademie der Wissenschaften „Vegetationsorgane der Palmen 1847 [1])" mitgetheilt ist, aufmerksam.

---

[1]) Diese noch im Druck befindliche Abhandlung habe ich leider hier nicht benutzen können.

Die ungewöhnliche Fortpflanzungsweise der Farrnkräuter beschäftigt schon seit dem Beginne wissenschaftlicher Untersuchungen die angestrengteste Aufmerksamkeit der Botaniker. Die einfache, durch keine Schärfungsmittel in der Beobachtung unterstützte Naturanschauung der Alten in ihrer kindlichen Unbefangenheit, einen so verwickelten Hergang der Fortpflanzung nicht ahnend, läugnete bei den Farrn Blüthen und Saamen, und schnitt sich so den Weg für fernere Entdeckungen in diesem Zweige selbst ab. Wenngleich man später von dieser forschungshemmenden Ansicht zurückkam, so trat doch sehr bald ein neuer Schleier an die Stelle des früheren; denn da man die ausgebildeten Geschlechtsapparate der höheren Pflanzen in dem Fruchtstande der Farrn suchte, betrat man die Schwellen eines endlosen Labyrinthes. Die Sporenfrüchte wurden allgemein als die weiblichen Organe angenommen, und so glaubte man sich nur noch nach den männlichen umsehen zu müssen; diese fand man in den Spaltöffnungen, in drüsenartigen Haaren, Schleierchen von denen die Sporenfrüchte umhüllt werden, in schuppenartigen Hautstücken, verdickten Aderenden und viel dergl. mehr [1]). Ebenso suchte man eine durchgreifende Analogie zwischen der Spore und dem Saamen der höheren Pflanzen, und als auch dies mifslang, verglich man die erstere wenigstens mit einem Theile der letzteren [2]).

In neuerer Zeit machte Herr von Mohl zuerst auf die Ähnlichkeit aufmerksam, welche zwischen der Entwickelung der Spore und der des Pollenkornes obwaltet. Seine Beobachtungen wurden unter andern von Herrn Schleiden bestätigt und weiter fortgesetzt. Dennoch aber tritt hier bei aller Ähnlichkeit in der ersten Entwickelung eine bedeutende physiologische Verschiedenheit auf; denn während das Pollenkorn nur als ein Produkt der Blüthe zu betrachten ist, trägt die Spore die Anlage einer solchen in sich. Nach dem Frühergesagten [3]) nämlich entwickelt die Spore als eine einfache Fortpflanzungszelle, getrennt von der Mutterpflanze, ohne vorhergehende Befruchtung, aus sich selbst eine vollständige hermaphroditische Blüthe. Somit steht sie in ihrer Erscheinung durchaus eigenthümlich da; in ihrer physiologischen Bedeutung aber tritt sie einer Blüthenknospe der höheren Pflanzen am Nächsten. Hierbei ist jedoch Folgendes zu bemerken: Die Blüthenknospe der Farrn (Spore) verdankt nur ihre erste Entstehung dem Einflusse der Mutterpflanze, da sie schon als einzelne Zelle aus dem Individualitätsverbande derselben ausscheidet, und durch eine von jener ererbten Kraft sowohl die Blüthe erzeugt, wie den Embryo, aus dem sich eine Pflanze derselben Art entwickelt. Die Blüthenknospe der Phanerogamen dagegen entsteht, bildet ihre Embryonen und vergeht unter der Herrschaft und dem Einflusse der Mutterpflanze.

Sobald die Spore ihre Reife erlangt hat, tritt bei ihr jener räthselhafte Stillstand in der Entwickelung ein, welcher in den höheren Pflanzen auf einer späteren Ausbildungsstufe, nämlich nach dem ersten Erscheinen des Embryo (als Saamen) erfolgt. In beiden Fällen also gleich nach der Trennung des jungen Gebildes von der alten Pflanze. In dem Saamen der höheren Pflanzen kann auf

---

[1]) Das Nähere hierüber siehe Bischoff Dr. G. W. Handbuch der bot. Terminologie u. Systemkunde, Bd. II. Nürnberg 1842. 4. pag. 624.

[2]) Das Nähere hierüber siehe in H. v. Mohl's vermischten Schriften botan. Inhalts. Tübingen, 1846. 4. VI.

[3]) Siehe Seite 10.

diese Art die Lebensthätigkeit Jahrtausende ruhen, ohne dafs die Fähigkeit zur weiteren Fortentwickelung verloren ginge, bei der Spore nachweislich ein halbes Jahrhundert. Dies Letztere darf um so mehr Anspruch auf unsere Bewunderung machen, als wir von der Natur die Gesammtheit aller organischen Kräfte und physiologischen Thätigkeiten in einer einzigen Zelle vereint und gefesselt sehen; ein Problem, dessen Lösung bei dem jetzigen Standpunkt der Wissenschaft in unerreichbarer Ferne ruht. Aufser jener Periode der Entwickelungshemmung hat die Spore mit dem Saamen der höheren Gewächse noch das Vermögen gemein, eine eigenthümliche Gesetzlichkeit des Bildungstriebes von dem mütterlichen Individuum auf die Tochterpflanze zu übertragen. Nach dem Zeitraum der Ruhe geht zwar aus ihr ebenso wie aus dem Saamen in ununterbrochener Vegetation eine vollständige Pflanze hervor, aber unter verschiedenen Bedingungen. Jene nämlich durchläuft erst die Periode des Blühens, der Befruchtung und der Embryobildung, ehe sie ein dem Saamen ähnliches Gebilde erzeugt. Im Übrigen ist bei ihr der Absicht zur Erzeugung mehrerer Individuen nicht widersprochen, wohl aber beim Saamen, denn dieser birgt in seinem Innern das im Minimum vorhandene fertige Pflänzchen. Mit einem Worte, die Spore hat die Entwickelungsstufen einer Blüthenknospe der höheren Pflanzen zu durchlaufen.

Der in der Vegetation zwischen der Spore und dem jungen Pflänzchen als Mittelgebilde auftretende Vorkeim ist als ein individuell belebtes Ganze zu betrachten, da er getrennt von der Mutterpflanze im Boden wurzelnd, sich selbst ernährt und entwickelt. Die Erscheinung der Geschlechtsapparate macht ihn zum Blüthenboden, die Entstehung des Embryo zum Fruchtboden, dessen Fortwachsen (Keimen) zum Keimboden, und zuletzt endlich vertritt er durch die erste Ernährung des jungen Keimlings die Stelle eines phanerogamen Albumens.

Auf die verschiedenen bisherigen Auslegungen des Vorkeims einzugehen, glaube ich überhoben zu sein, da die Bedeutung desselben als ein oder zwei Saamenläppchen u. dergl. m. durch das oben Gesagte entkräftet wird.

Fassen wir alles Bisherige zusammen, so dürfte die Cryptogamie der Farrn hinfort des physiologischen Grundes entbehren, und diese Bezeichnung nur noch morphologisch einige Bedeutung haben. Bei aller der nachgewiesenen Übereinstimmung zwischen jenen und den höheren Pflanzen verleiht ihnen dennoch im Wesentlichsten Folgendes einen eigenthümlichen Charakter. Die Entwickelung der Blüthenknospe (Spore) in morphologisch besonders dazu bestimmten Organen, die ununterbrochene Fortentwickelung vom Zustande der Spore bis zu dem der ausgebildeten Pflanze, die Entstehung eines selbstständigen Zwischengebildes (des Vorkeims), der eigene Typus in der Bildung von männlichen und weiblichen Geschlechtswerkzeugen und die Befruchtung. Nach der bestehenden Pflanzeneintheilung würden die Farrn, da sie mit einem Blättchen keimen [1]), zu den Monocotyledonen zu rechnen sein.

Die vorgetragene Entwickelung der Farrn zeigt in einzelnen Momenten eine nicht unerhebliche Ähnlichkeit mit der der Rhizocarpæen, bei denen die Befruchtung auch aufserhalb der Mutterpflanze geschieht, und welche Spiralfäden in eigenen Organen und Saamenknospen entwickeln. Wie bei den Farrn führt in diese letzteren ein viereckiger Kanal und bildet sich unter einer Kernwarze in ihnen ein erst rundlicher, dann länglicher Embryo aus, der später die Keimwulst (Keimsackhöhle) an zwei

---

[1]) Siehe Seite 15.

Stellen mit dem Würzelchen und dem ersten Blättchen durchbricht. Siehe Schleiden [1]. Mettenius [2], Nägeli [3].

Sowohl in dieser Familie, wie in den andern, bei denen Spiralfäden bereits aufgefunden sind, verspricht somit der Hergang der Befruchtung und Keimung grofse Ähnlichkeit mit der bei den Farrn, und es dürfte dieser Gegenstand zu weiteren Forschungen besonders empfehlenswerth sein.

Schliefslich bemerke ich noch, dafs die Litteratur über diesen Gegenstand bis zum Jahre 1827 von Herrn Kaulfufs in seinem damals erschienenen, bereits oben angeführten Werke „das Wesen der Farrnkräuter etc. etc. Leipzig 4." so vollständig aufgeführt ist, dafs mir nichts hinzuzufügen bleibt, die wichtigeren Werke aber, welche seit jener Zeit erschienen sind, sich im Verlauf dieser Schrift aufgeführt finden.

---

[1] Dessen Grundzüge der Wissenschaftlichen Botanik. Leipzig, 1846. Theil II. p. 100.

[2] Dessen Beiträge zur Kenntnifs der Rhizocarpæen. Frankfurt a. M. 1846. 4.

[3] Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik von Schleiden und Nägeli. Zürich, 1847. I. Band. 3tes und 4tes Heft. p. 188.

Erklärung der Abbildungen. *)

Tafel I.

Fig. 1. Sporenfrucht von Pteris serrulata. a. a. a. Sporen, b. c. vorgebildete Entleerungsspalte oder Mündung, d. Stiel, e. e. der Ring.

Fig. 2—19. Keimung der Spore.

Fig. 2. Eine Spore mit der rundlichen Basis nach oben.

Fig. 3. Dieselbe mit der Pyramide nach oben.

Fig. 4. Ein Sporendurchschnitt, bei welchem die Basis bis zum Gürtel a. a. a. weggenommen ist. An dieser Figur ist auch die Höhlung des Gürtels zu erkennen.

Fig. 5. Ein solcher, bei dem die Pyramide bis zum Gürtel a. a. weggenommen ist. b. vorgebildete Öffnung im Gürtel.

Fig. 6. Ein Sporendurchschnitt, der nur den Gürtel zeigt.

Fig. 7. Eine mit Schwefelsäure behandelte Spore. a. Zellenkerne, b. innere Sporenzelle. c. durch die Einwirkung der Säure aufgetriebene, derbe Oberhaut.

Fig. 8—10. Keimende Sporen in verschiedenen Entwickelungsstufen. a. Hervorbrechende Wurzelfasern mit körnigem Inhalte.

Fig. 11—15. Sporen, bei denen nach dem Hervortritte der Wurzelfaser a. die innere Sporenzelle b. erscheint. Fig. 13. zeigt eine Gliederung der Wurzelfaser.

Fig. 16. 17. 19. Verlängerung der beiden vegetirenden Theile. a. Wurzelfaser, b. innere Sporenzelle: in der letzteren häufen sich die sichtbaren Theile des Inhaltes an der Spitze an.

Fig. 18. Bis zur Bildung der zweiten Zelle vorgeschrittener Keimling. a. Wurzelfaser, b. innere Sporenzelle. c. zweite Zelle, d. Ausstülpung zur zweiten Wurzelfaser.

Fig. 20—22. Im Absterben begriffene Keimlinge.

Fig. 23. 24. Keimlinge mit weiter vorgeschrittener Zellenbildung. a. erste, b. zweite Wurzelfaser.

Fig. 25. Der zu einer kleinen Fläche sich ausbreitende Keimling. a. erste, b. zweite Wurzelfaser.

Fig. 26. Untere Fläche des herzförmigen, zum Vorkeime herangewachsenen Keimlings. a. erste, b. zweite Wurzelfaser, c. c. der eine, d. d. der andere Lappen, e. die beide trennende Bucht, f. f. unterer Theil des Vorkeims (Grund), g. die noch anhaftende derbe Oberhaut der Spore, h. h. h. Spiralfadenorgane.

Tafel II.

Fig. 1. Untere Fläche des vollständig ausgebildeten Vorkeims. A. A. Grund, B. Bucht, C. C. rechter, D. D. linker Lappen, a. a. a. Wurzelfasern, b. b. Spiralfadenorgane, c. c. bereits entleerte Spiralfadenorgane, d. d. auf einem Hügel gelegene weibliche Geschlechtsorgane (Saamenknospen).

Fig. 2. Vorkeim in seiner natürlichen Gröfse, von oben gesehen.

Fig. 3. Eine isolirte Zelle c. c. c., auf der sich eine sackartige Verlängerung a. als der erste Anfang eines Spiralfadenorgans zeigt, b. eine junge Zelle.

---

*) Die Abbildungen sämmtlicher Tafeln sind, aufser denen, wo ausdrücklich eine andere Species angegeben ist, von Pteris serrulata.

Fig. 4—16. Spiralfadenorgane auf verschiedenen Entwickelungsstufen. a. Äufsere Membran des Organs, b. Tochterzellen in denen sich die Spiralfadenzellchen bilden. e. Zelleninhalt, (4) Homogener Schleim mit einzelnen Kügelchen, (5—13, 15 u. 16) In Schleim gehüllte Spiralfadenzellchen. c. (13) Zellenkern. d. (9 u. 11) Träger des Organs.

Fig. 4. 5. 7. 9. 11. 15. sind in der Seitenansicht aufgenommen. 9. u. 11. zeigen eine trägerartige Zelle d. Der letztere entleert aufserdem noch durch Aufspringen seinen Inhalt. 15. Krankhafter Zustand eines Spiralfadenorgans.

Fig. 6. 8. 10. 12. 13. 16. Dieselben Organe, von oben gesehen. 14. ein an der Spitze freiwillig zerplatztes Organ, nach dem Verluste des Inhalts, bräunlich gefärbt. 16. sehr stark vergröfsert und ganz mit Spiralfadenzellchen, deren jedes seinen Faden deutlich zeigt, erfüllt.

Fig. 17. 18. 19. 20. 21. Der gröfseren Deutlichkeit wegen besonders stark vergröfserte Spiralfäden in ihren verschiedenen Lagen.

Fig. 17—19. in Verbindung mit c. den Spiralfadenzellchen. a. Das dickere Ende, b. das mit der minder grofsen Anschwellung, dd. Wimpern, e. Bläschen in a.

Fig. 17. u. 19. Der Faden hat schon theilweise das Zellchen verlassen.

Fig. 18. Dieses umschliefst ihn noch.

Fig. 20. 21. Freie Spiralfäden. 20. Seitenansicht. 21. von oben gesehen.

Tafel III.

Befruchtung.

(Fig. 1—8. sind der Deutlichkeit wegen sehr stark vergröfsert.)

Fig. 1. Herauspräparirte Keimsackhöhle, von oben gesehen. a. Erste Anlage des Keimsacks, b. durchschimmernde Keimsackhöhle mit drei Spiralfäden, c. Mündung der Höhle.

Fig. 2. Dieselbe von der Seite. Bezeichnung wie bei 1.

Fig. 3. Dieselbe in der Ansicht von 1. nach der Bildung der ersten vier Kernwarzenzellen a. a. a. a. über der Keimsackhöhle b. und deren Öffnung c. Zwischen den Kernwarzenzellen der viereckige Kernwarzenkanal d.

Fig. 4. Vollendete Saamenknospe, hier Knospenkern. A. A. Keimsackhöhle. a. Keimsack. B. B. Ausgebildete Kernwarze. b. b. c. c. d. d. e. e. die vier den Kanal einschliefsenden Zellenglieder, f. Kernwarzenmund. C. Spiralfaden, g. dessen in den Kanal hineinragendes, i. sein in den Keimsack eindringendes Ende, h. der beide verbindende Fadentheil. C'. C'. Nicht zur Befruchtung verwendete Spiralfäden.

Fig. 5. Ausgebildete Saamenknospe mit weiter vorgeschrittener Befruchtung. Das immer mehr anschwellende Ende i. des Spiralfadens ist in den Keimsack a. eingedrungen. k. birnförmige Zelle im angeschwollenen Spiralfadenende. Bezeichnung im Übrigen wie bei 4.

Fig. 6. Eine im weiteren Fortschreiten begriffene Saamenknospe von Polypodium aureum. Ende i. des Spiralfadens fast in der Mitte des Keimsacks a. Bezeichnung wie bei 4.

Fig. 7. Saamenknospe nach vollendeter Befruchtung. Das Spiralfadenende i., welches hier die Bedeutung des Keimbläschens annimmt, befindet sich im Mittelpunkte des Keimsacks und ist von dem andern Ende g. abgeschnürt: der Kernwarzenmund f. ist weiter geöffnet als zuvor.

Fig. 8. Eine abgestorbene Saamenknospe. Keimsackhöhle A. A. und Kernwarzenkanal D. D. braungefärbt. Bezeichnung sonst wie bei 4.

Fig. 9. Embryo von Polypodium aureum in seiner natürlichen Lage von oben gesehen. A. A. Kugelförmiger Embryo. a. das sehr ausgedehnte Keimbläschen, b. Keimsack, c. Keimsackhöhle, d. d. die abgestorbene Kernwarze, f. Kernwarzenmund.

Fig. 10. Derselbe auch von Polypodium aureum in einer Seitenansicht mit der Kernwarze nach oben gerichtet. Bezeichnung wie bei 9.

Fig. 11. Dasselbe wie 9. von Pteris serrulata. Bezeichnung wie dort.

Fig. 12. Dasselbe wie 10. von Pteris serrulata. Bezeichnung wie bei 9.

Tafel IV.

Fig. 1. Länglich gewordener Embryo A. A., von oben gesehen. a. Anlage zum ersten Blättchen. b. Anlage zum ersten Nebenwürzelchen. c. Keimsack. d. abgestorbene Kernwarze.

Fig. 2. Derselbe von Polypodium aureum in etwas weiterer Entwickelungsstufe. e.e. Härchen. Bezeichnung sonst wie bei 1.
Fig. 3. Ein ebensolcher nach Durchbruch des Blättchens a.
Fig. 4. Embryo, welcher die erste Anlage zu Spiralgefäfsen f. zeigt. Das Blättchen a. biegt sich hakenförmig zur Vorkeimsfläche hin.
Fig. 5. Seitenansicht desselben. e.e. gegliederte Härchen. Bezeichnung sonst wie oben.
Fig. 6. Das erste Blättchen isolirt. f. erste Anlage zum Spiralgefäfssystem, g. Randzellen.
Fig. 7. Seitenansicht des Embryo nach dem Durchbruche des Blättchens a. und des Würzelchens b. c.c. Lappenartige Überreste der Keimsackhöhle, h. Blattstiel, i. Stengelende (Terminalknospe), k. Wurzelhaube, l.m. Embryoträger.
Fig. 8. Isolirte Wurzelspitze. k.k.k. Wurzelhaube, n. wasserhelle Cambialschicht.
Fig. 9. Blattende des Pflänzchens vom Vorkeime abgelöst und so gedreht, dafs die Blattstielrinne o.p. und die Terminalknospe i. erscheinen.
Fig. 10. Vollständiges Pflänzchen mit geringer Seitenverschiebung, von oben gesehen. f.f.f. Das sich durchs Pflänzchen hinziehende Gefäfs, schon sehr ausgebildet. q.q. Wurzelfasern. r.r.r. Der Randausschnitt (Bucht des Vorkeims). Bezeichnung sonst wie oben.
Fig. 11. Entfaltetes erstes Blättchen zeigt die Vertheilung des Gefäfssystems in seine vier Lappen.

Tafel V.

Entwickelung des zweiten Blättchens.

Fig. 1. Seitenansicht eines einblättrigen, vom Vorkeime abgelösten Keimlings, an dem das erste Blättchen bei a.b. und das erste Nebenwürzelchen bei c.d. abgeschnitten ist. A. Die Anschwellung an der Terminalknospe, verursacht durch das Hervorbrechen des zweiten Blättchens. e.e. gegliederte Haare. f.f. Spiralgefäfsbündel. g.h. Träger des Pflänzchens.
Fig. 2. Keimling wie bei 1. zeigt das Hervorbrechen des zweiten Blättchens i. und die Terminalknospe k. Bezeichnung sonst wie dort.
Fig. 3. Ein ebensolcher weiter vorgeschritten. Bezeichnung wie oben.
Fig. 4. Vordere Ansicht des zweiten Blättchens auf der Entwickelungsstufe von Fig. 3. Bezeichnung wie dort.
Fig. 5. Seitenansicht des Keimlings. l. Zweites Nebenwürzelchen im Hervorbrechen. Bezeichnung wie bei Fig. 2.
Fig. 6. Dasselbe mit ausgebildeter Blattscheibe des zweiten Blättchens i. Bezeichnung sonst wie oben bei Fig. 2.
Fig. 7. Ein fast ganz von vorn gesehener Keimling. m.n. Blattstiel des zweiten Blättchens. Bezeichnung sonst wie bei Fig. 2.
Fig. 8. Flächenansicht der innern Seite vom zweiten Blättchen der vorigen Figur. Bezeichnung wie dort.
Fig. 9. Seitliche Ansicht des Keimlings, der nun an der Scheibe des zweiten Blättchens i. Lappen (hier drei) zeigt.

Tafel VI.

Fig. 1. Seitenansicht des Pflänzchens nach der Vollendung des zweiten Blättchens. Das erste Blättchen ist bei a.b., das erste Nebenwürzelchen bei c.d. abgeschnitten. e.e. Gegliederte Haare. f.f. Gefäfsbündel des ersten Blättchens und der ersten Nebenwurzel. f'.f'. Gefäfsbündel des zweiten Blättchens und des zweiten Nebenwürzelchens. f''. Gefäfsbündel des dritten Blättchens. f'''.f'''. Stengelgefäfs. f''''. Die Ursprungsstelle der Spiralgefäfse. g.h. Träger des Pflänzchens vom Vorkeime gelöst. i. Zweites Blättchen. k. Terminalknospe. l. Zweites Nebenwürzelchen. m.n. Blattstiel des zweiten Blättchens. o.o.o. Haube des zweiten Nebenwürzelchens. p. Hervorbrechendes drittes Blättchen.
Fig. 2. Pflänzchen, welches das vierte Blättchen in seinem Hervorbrechen zeigt. a.b. Stelle, wo das erste Blättchen (durch Fäulnifs) abgefallen ist. c.d. Abschnittsstelle des ersten Nebenwürzelchens. e. Die verschiedenen Haare. f.f. Gefäfsbündel des ersten Blättchens. f'.f'. Gefäfsbündel des zweiten Blättchens. f''.f''. Gefäfsbündel des dritten Blättchens. i. Blattstiel des dritten Blättchens. k. Terminalknospe. p. Blattstiel des dritten Blättchens. q. Hervorbrechendes viertes Blättchen.
Fig. 3. Besondere Ansicht von den Spiralgefäfsen zur Zeit, wo das zweite Blättchen hervorbricht. a. Ursprungsstelle derselben im Embryonenzustande. b. Ast für das erste Blättchen, c. für das erste Nebenwürzelchen, d. für die Terminalknospe, e. für das zweite Blättchen.

Fig. 4. Dasselbe, zeigt die Trennung der Gefäfse für das erste Blättchen von denen für die Terminalknospe schon an der Ursprungsstelle. Bezeichnung wie bei der vorigen Fig.

Fig. 5—8. Junge Pflänzchen noch in Verbindung mit dem Vorkeime in geringer Vergröfserung und auf verschiedenen Entwickelungsstufen.

Fig. 9. Ein zusammengesetztes Haar.

Fig. 10. 11. Spiralfaserzellen.

Fig. 12. Mehrere dergleichen zum Gefäfse sich umbildend.

Titelvignette.

Junges Pflänzchen in natürlicher Gröfse, noch in Verbindung mit dem Vorkeim.

Gedruckt in der Deckerschen Geheimen Ober-Hofbuchdruckerei.





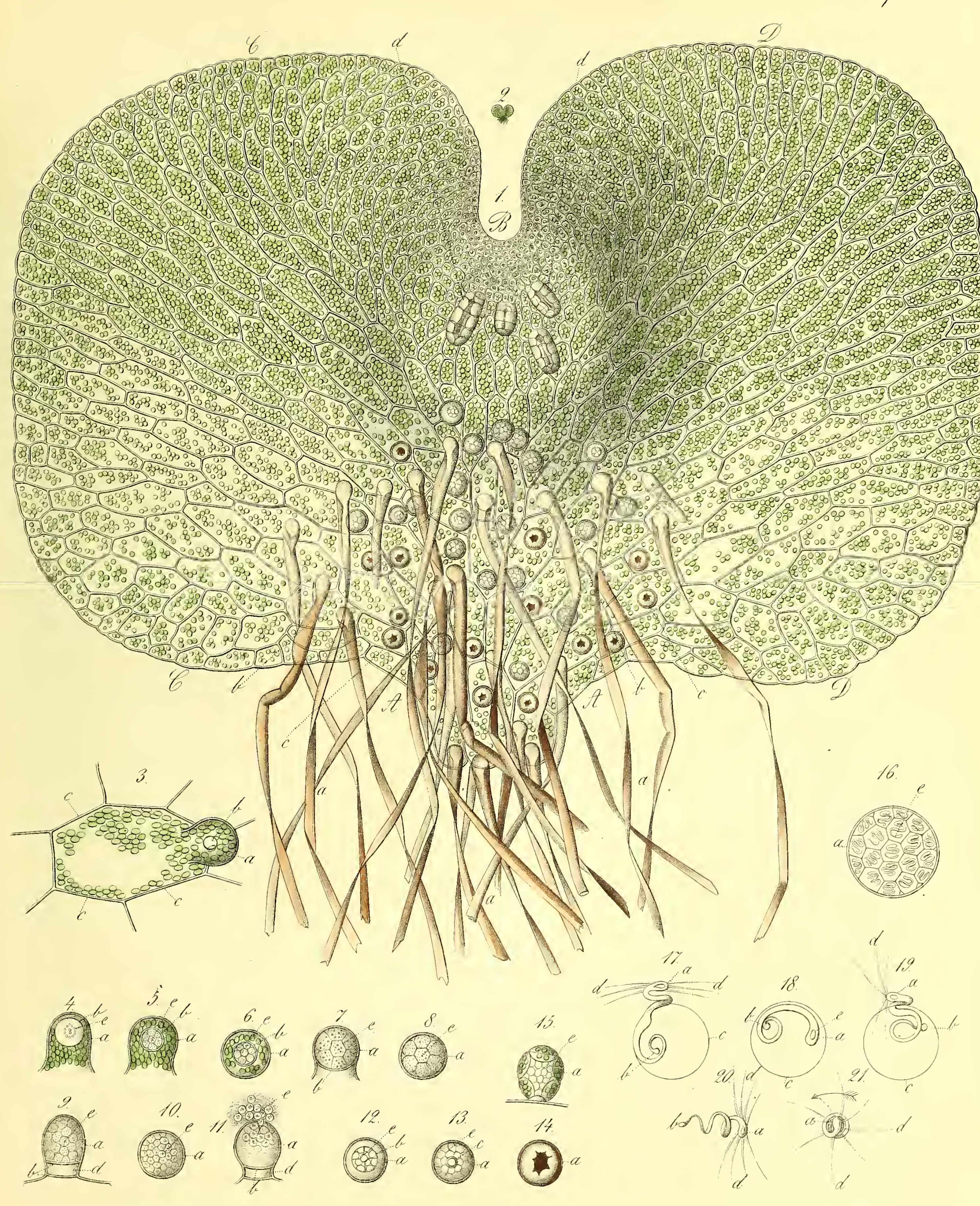


Gez. v Grafen Leszczyc Sumiński

Lith v C.F.Schmidt.



Taf. II.

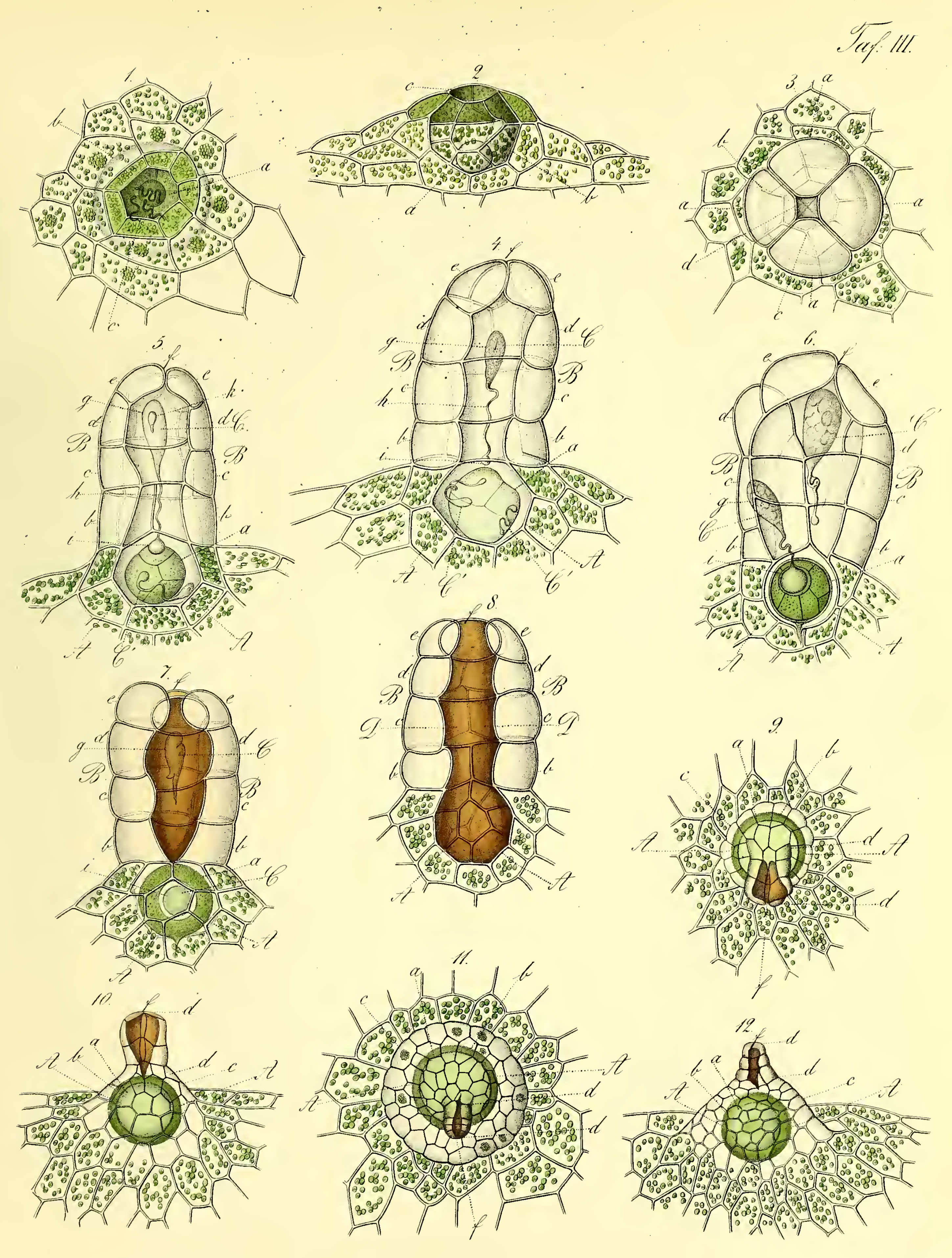


Gez. v. Grafen Leszczyc Suminski.

Lith. v. C.F. Schmidt.



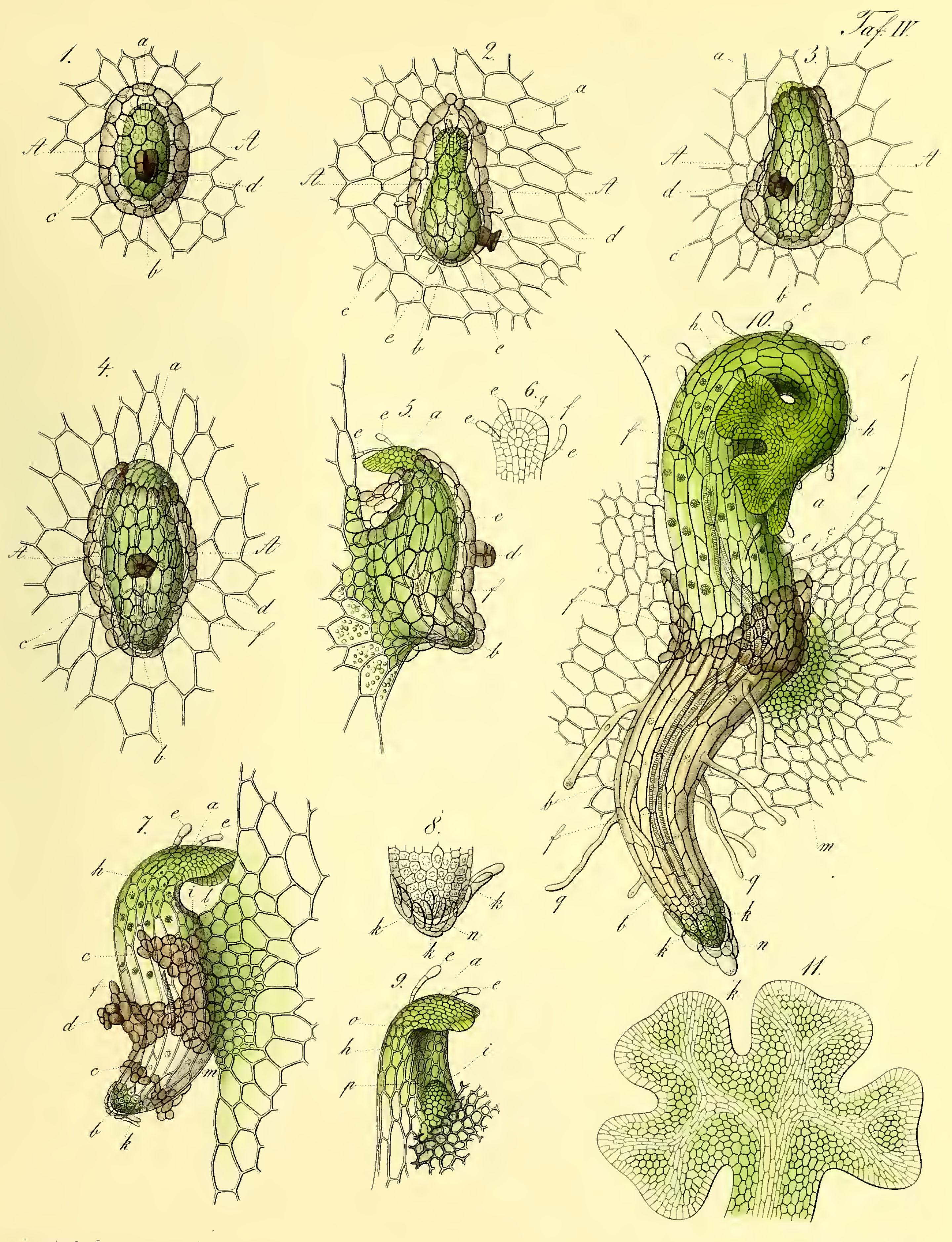
Taf. III.



Gez. v. Grafen Leszczyc Sumiński.

Lith. v. C.F. Schmidt.

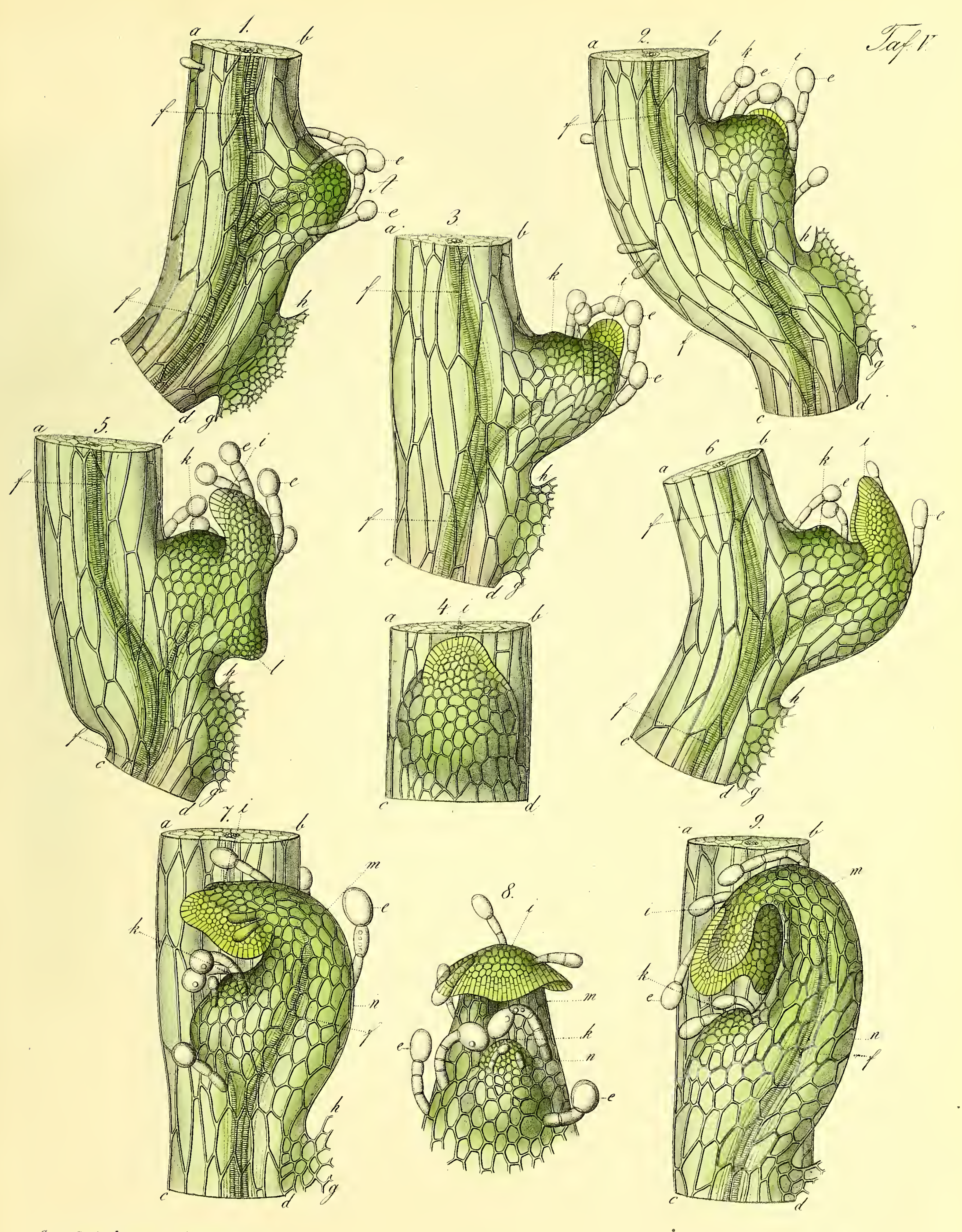




Gez. v. Grafen Leszczyc Suminski.

Lith. v. C.F. Schmidt.





Gez. v. Grafen Leszczyc Sumiński

Lith. v. C. F. Schmidt.




Taf. VI
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
Gez. v. Grafen Leszczyc Sumiński.
Lith. v. C.F. Schmidt.











